

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС МОТОРА» С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНКОВ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Дипломный проект

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по
отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 728

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
«___» _____ 2017г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС МОТОРА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНКОВ С
ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 728

Исполнитель
студент гр. ЗТО-404С

К. Г. Бессонов

Руководитель
доцент

Т. А. Козлова

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 104 листа печатного текста, 32 иллюстрации, 15 слайдов, 34 таблицы, 21 использованных источника, 3 приложения.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, РАСЧЕТ СИЛ ЗАЖИМА, СХЕМА КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

Проектирование технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения современного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на ОЦ с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использования ОЦ с ЧПУ.

Проанализирована нормативно-правовая, учебно-программная и учебно-методическая документация и разработано учебное занятие для проведения переподготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

					ДП 44.03.04.728.ПЗ			
Из	Лист	№	Подп.	Дата				
Разраб.	Бессонов К.Г.				Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус мотора» с использованием станков с программным управлением	Лит.	Лист	Листо
Пров.	Козлова Т.А.						2	104
Н. Контр.	Суриков В.П.					ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-404С		
Зав. каф.	Бородин Н.В.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА.....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	6
1.1. Анализ исходной информации.....	6
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	6
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	9
1.1.3. Анализ заводского технологического процесса обработки детали.....	12
1.1.4. Определение типа производства.....	18
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали.....	19
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	19
1.2.2. Выбор технологических баз.....	21
1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей.....	22
1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Корпус мотора».....	23
1.2.5. Выбор средств технологического оснащения.....	23
1.2.5.1. Выбор и описание оборудования.....	23
1.2.5.2. Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания... ..	27
1.3. Технологические расчеты.....	34
1.3.1. Расчет припусков.....	34
1.3.2. Расчет технических норм времени.....	39
1.4. Проверочный расчет зажимного приспособления (расчет сил зажима).....	44
1.5. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Корпус мотора».....	47
1.6. Выбор контрольного приспособления.....	51
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	53
2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	53
2.2. Расчёт капитальных затрат.....	53

2.3. Расчет технологической себестоимости детали	57
3. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	102
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	103
Приложение А. Лист задания по дипломному проектированию.....	105
Приложение Б. Перечень листов графических документов.....	106
Приложение В. Комплект технологической документации.....	107

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Одной из важнейших отраслей промышленности считается машиностроение.

В современных условиях широкое распространение получает технологическое оборудование с числовым программным управлением, позволяющее производить весь комплекс обработки на одном станке. Оно отличается высокой производительностью, повышенной точностью, высокой концентрацией обработки и снижением участия человека в процессе работы.

Целью дипломного проекта является проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус мотора» с применением станков с ПУ в условиях среднесерийного производства для повышения эффективности обработки.

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- разработать содержание технологической операции;
- анализ заводского технологического процесса;
- разработка нового технологического процесса;
- разработка операции механической обработки;
- разработка управляющей программы;
- расчет сил зажима заготовки в приспособлении;
- выбор контрольного приспособления;
- экономическое обоснование проекта;
- методическая разработка.

В проектируемом технологическом процессе предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходной информации

Исходная информация подразделяется на базовую, руководящую и справочную. К базовой информации относятся: рабочий чертёж детали «Корпус мотора», рабочий чертёж заготовки, заводской технологический процесс механической обработки детали. Руководящая информация содержащиеся в производственных инструкциях, материалах по выбору технологических нормативов (режимов обработки, припусков), в документации по охране труда и в документации на действующие единичные технологические процессы.

Для разработки технологического процесса необходимы данные имеющиеся в справочниках и каталогах, нормативах машиностроения.

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Корпус мотора» применяется в гидравлическом регулируемом моторе серии V14. Моторы этой серии предназначены для эксплуатации в трансмиссиях с открытым и закрытым контуром, в первую очередь в машинах высокой мощности.

Пять отверстий $\varnothing 7$ на нижней плоскости предназначены для крепления крышки мотора. Два отверстия $\varnothing 8$ предназначены для центрирования крышки мотора относительно корпуса.

Внутрь корпуса мотора в отверстия $\varnothing 42$ и $\varnothing 40$ устанавливаются шестерни с подшипниками. Четыре отверстия $\varnothing 11$ на торце корпуса предназначены для крепления крышки подшипника. Крышка подшипника базируется на поверхность $\varnothing 66$ (рис. 1).

Габаритные размеры детали 51x124x156 масса 0,45 кг. Деталь тонкостенная имеет простой профиль, небольшое количество отверстий, повышенные требования к взаимному расположению отверстий. Во время

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

работы гидравлического мотора деталь «Корпус мотора» испытывает переменные статические и динамические нагрузки.

Деталь «Корпус мотора» изготавливается из литейного алюминия марки АК12 по ГОСТ 1583-89.

Данный материал оптимально подходит для условий работы детали «Корпус мотора».

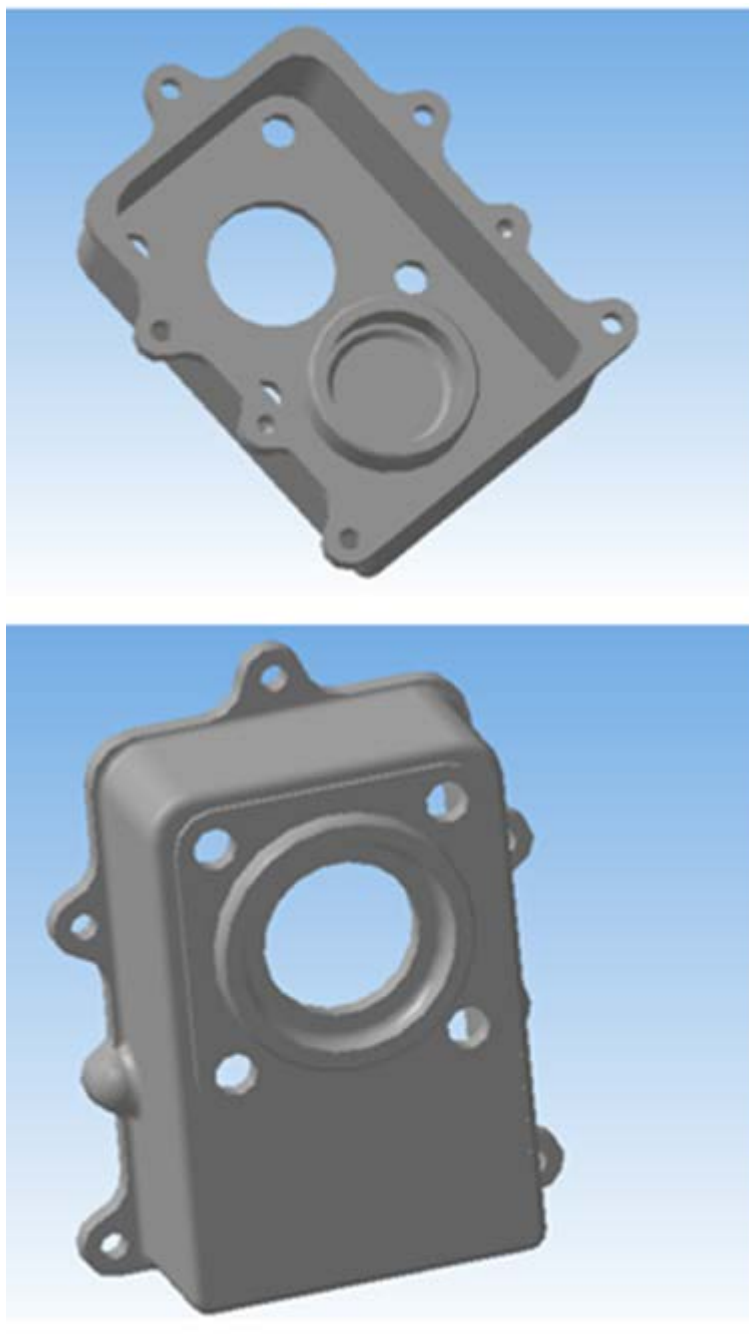


Рисунок 1 – 3D модель детали «Корпус мотора»

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Алюминиево-кремниевый сплав АК12 (старая марка – АЛ2), относящийся к силуминам, имеет хорошую коррозионную стойкость, а также повышенный уровень литейных и механических свойств. Ввиду таких уникальных технологических параметров, он успешно конкурирует с черными металлами, постепенно вытесняя их традиционных областей промышленности: автомобильного и текстильного машиностроения.

Приведем в таблицах 1 и 2 химический состав и механические свойства алюминиевого сплава марки АК12.

Таблица 1- Химический состав сплава АК12 в % [17]

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Mg
до 1,5	10-13	до 0,5	до 0,1	84,3-90	до 0,6	до 0,1

Таблица 2 - Механические свойства сплава АК12 [17]

σ_b , МПа	δ , %	НВ
160-170	5,0-6,0	55

Такой высокий процент кремния – 10...13 %, содержащийся в сплаве АК12, обеспечивает его отличную жидкотекучесть и литейные качества, позволяя понижать температуру литья и продлевать срок службы отливки. В частности, марганец не только увеличивает термическую прочность, но и препятствует приставанию отливаемых деталей к стенкам форм, а также связывает примеси железа и уменьшает его вредное влияние на качество материала. Добавки титана, приводящие к измельчению зерна, также положительно влияют на литейные свойства и механическую обрабатываемость сплава.

Силумин марки АК12 имеет малую плотность, поскольку в его состав входит легкий кремний – плотность составляет 2,66 г/см³. Он обладает важными свойствами, которые с трудом удастся получить у более прочных

алюминиевых сплавов: высокая жидкотекучесть, низкая линейная усадка, превосходная свариваемость.

Сплав АК12 дает малую усадку в процессе литья, практически не образует трещин. При этом отливки, за счет его малого интервала кристаллизации (близкого к нулю), обладают небольшой пористостью.

1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

Качественная оценка технологичности детали.

Достоинства:

- конфигурация детали и её материал позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объём механической обработки;
- при конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства;
- предусмотрена удобная и надёжная технологическая база в процессе обработки;
- деталь допускает обработку поверхностей на проход;
- предусмотрена возможность удобного подвода жёсткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;
- обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;
- для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей.

Недостатки:

В детали отсутствуют не технологические элементы конструкции.

Считаем, что конструкция детали технологична.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Количественная оценка технологичности детали.

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей. Данные по деталям сведём в таблицы 4 и 5, в которых T_i – квалитеты, $Ш_i$ – значение параметра шероховатости, n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 - Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$	T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
7	2	14	9	2	18
8	2	16	14	18	252

$$\Sigma n_i = 24; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 300$$

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{300}{24} = 12,5.$$

$$K_{Tq} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{12,5} = 0,92$$

т. к. $K_{Tq} = 0,92 > 0,8$, то деталь по данному показателю технологична.

Определение коэффициента шероховатости по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 - Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$	$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
2,5	3	7,5	6,3	9	56,7
3,2	2	6,4	12,5	2	25

$$\Sigma n_i = 16; \quad \Sigma Ш_i \cdot n_i = 95,6$$

$$Ш_{cp} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{95,6}{16} = 5,975$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}} = 1 - \frac{1}{5,975} = 0,833.$$

т. к. $K_{ш} = 0,833 > 0,32$ следовательно, деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала [5, с. 29]:

$$K_M = \frac{m_{ДЕТ}}{m_{ЗАГ}} = \frac{0,45}{0,73} = 0,616$$

Для повышения коэффициента использования материала можно заменить базовый вариант получения заготовки (литьё в песчаные формы) на более производительный способ получения заготовки, который будет соответствовать серийному типу производства, например – литьё в кокиль.

Формулировка основных технологических задач.

Основные технологические задачи [5, с. 37].

Обеспечить качество:

- отверстий Ø6H8 и Ø42G7 по Ra2,5мкм; плоскость разъёма и плоскость под фланец по Ra3,2мкм; торец отверстия Ø42G7 и торец поверхности Ø66e9 по Ra 12,5мкм; остальные поверхности по Ra 6,3мкм.

Обеспечить точность размеров:

- отверстия Ø 42 мм и межосевого расстояния 52 мм по 7-му качеству, два отверстия Ø 6 мм по 8-му качеству, поверхность Ø 66 мм по 9-му качеству, остальные поверхности и размеры по 14-му качеству.

- Обеспечить допуск плоскостности поверхности разъёма в пределах 0,1 мм.

- Обеспечить позиционный допуск отверстий Ø7мм в пределах 0,3мм на радиус.

- Обеспечить позиционный допуск отверстий Ø11мм в пределах 0,25мм на радиус относительно базы В.

1.1.3. Анализ заводского технологического процесса изготовления детали

Характеристика технологического процесса.

По признакам технологический процесс относят [6]:

- по числу охватываемых изделий – среднесерийный
- по назначению – рабочий
- по документации – маршрутный

Анализ методов обработки поверхностей.

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунке 2 укажем обрабатываемые поверхности и проанализируем методы их обработки. Проанализируем МОП с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 5 [6]. В большинстве своем методы обработки в базовой технологии верны.

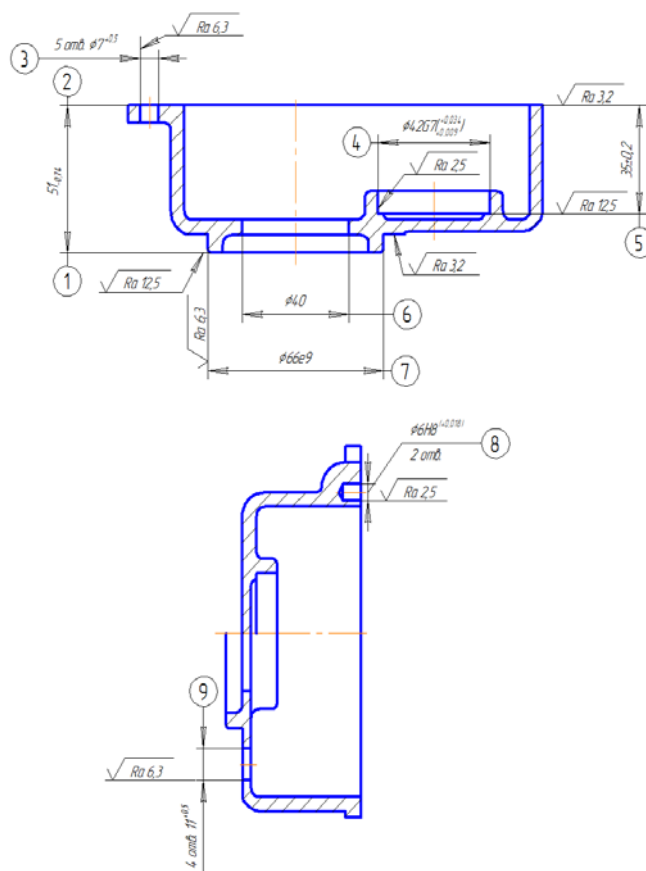


Рисунок 2 – Эскиз детали «Корпус мотора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.728.ПЗ

Лист

12

Таблица 5 - Сравнение методов обработки поверхностей (МОП) экономической точности

№ поверхности	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость	МОП в М.К.	МОП экономической точности		Примечание
					Квалитет	Шер-ть	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Плоскость	9	12,5	Фрезерование однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует
2	Плоскость	9	3,2	Фрезерование черновое и чистовое	9...10	3,2...6,3	Соответствует
3, 9	Отверстие	14	6,3	Сверление	12...14	6,3...12,5	Соответствует
4	Отверстие	7	2,5	Точение черновое, чистовое, тонкое	6...8	2,5...3,2	Соответствует
5	Торец	14	12,5	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Отверстие	14	12,5	Точение однократное	12...14	6,2...12,5	Соответствует
7	Поверхность цилиндрическая	9	6,3	Точение черновое и чистовое	8...10	3,2...6,3	Соответствует
8	Отверстие	8	2,5	Сверление, зенкерование, развертывание	6...8	2,5...3,2	Соответствует

Анализ выбора технологических баз.

По технологическим картам выявим технологические черновые и чистовые базы в станочных операциях, а результаты занесем в таблицу 6 [6].

Базы на операциях выбраны, верно, соблюдается правило базирования: принцип постоянства и совмещения баз [6].

Таблица 6 - Технологические базы в станочных операциях базовой технологии

№ операции	Наименование и содержание операции	Технологические базы	
		Черновые	Чистовые
005	Горизонтально-расточная Фрезеровать поверхность 1. Точить поверхность 7. Сверлить 4 отв. 9. Расточить отв. 40.	Плоскость 2 и боковые поверхности.	-
010	Вертикально-фрезерная Фрезеровать плоскость 2	-	Отверстие 6, отверстие 9 и плоскость 1.
015	Радиально-сверлильная Сверлить 5 отв. 3, сверлить, зенкеровать и развернуть 2 отв. 8	-	Отверстие 6, отверстие 9 и плоскость 1.
020	Координатно-расточная Расточить отверстие 4 с подрезанием торца 5.	-	Отверстие 6, отверстие 9 и плоскость 1.

Анализ маршрута обработки

При изучении маршрута обработки установлено, что обработка технологических баз ведется параллельно с обработкой исполнительных поверхностей, маршрут обработки составлен оптимально и оформлен по всем нормам ЕСКД [6].

Анализ станочных операций

Проанализируем операции 010 Вертикально-фрезерную и 015 Радиально-сверлильную, а результаты занесем в таблицу 7 [6].

Таблица 7 - Анализ станочных операций

№ операции	Наименование и содержание операции	Структура операции			Технологическая база	Способ установки и закрепления	Модель станка	Схема построения операции
		Кол-во установок	Кол-во переходов	Кол-во ходов				
010	Вертикально-фрезерная Фрезеровать плоскость 2.	1	2	2	Отверстие 6, отверстие 9 и плоскость 1	Приспособление специальное	6P13	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка
015	Радиально-сверлильная Сверлить 5 отв. 3, сверлить, зенкеровать и развернуть 2 отв. 8	1	4	8	Отверстие 6, отверстие 9 и плоскость 1	Кондуктор	2Н55	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка

Технологический процесс обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров, качество поверхностей и технических требований предъявляемых к детали. Тип производства по базовому технологическому процессу - мелкосерийный. Предлагается заменить универсальные

фрезерные и сверлильно-расточные станки на обрабатывающий центр, что позволит повысить производительность, для выполнения производственной программы 1800 штук в год, снизить себестоимость, трудозатраты на единицу продукции и повысить качества деталей.

Выводы

При рассмотрении заводского технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- большое количество установов, что значительно влияет на точность взаимного расположения поверхностей;
- применение специализированных приспособлений с ручным зажимом, что увеличивает вспомогательное время;
- в процессе производства задействовано большая группа оборудования различного назначения, что приводит к увеличению длительности технологического цикла изготовления, возникновению межоперационного пролеживания и увеличивает себестоимость производства изделия.

Принятые шаги к совершенствованию технологического процесса и устранения недостатков:

- применение многооперационного оборудования, приведет к сокращению вспомогательного времени, увеличения доли машинного времени, сокращению количества установов и как следствие сокращение цикла производства, сокращение количества оборудования участвующего в процессе производства;
- применение специализированных приспособлений с пневматическим зажимом, значительно сократит вспомогательное время на операцию;
- применение модульной системы инструмента сократит время наладки станка и значительно оптимизирует процесс производства.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

1.1.4. Определение типа производства

В условиях учебного проектирования вид технологического процесса (массовое, серийное, единичное) определяется, как правило, заданием. Производственная программа выпуска деталей «Корпус мотора» 1800 штук, что соответствует среднесерийному типу производства.

Таблица 8 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали, кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	<10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000- 50 000	50 000-100 000	100000
2,5-5,0	<10	10- 500	500- 35000	35 000- 75 000	75000
5,0-10	<10	10- 300	300- 25000	25 000- 50 000	50000
>10	<10	10- 200	200- 10000	10000- 25000	25000

При массе детали $m_{\text{дет}}=0,45$ кг и годовой программе выпуска $N=1800$ шт., предварительно примем тип производства - среднесерийное.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. В зависимости от объема выпуска изделий серийное производство делится на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ. Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшаются. Оборудование располагается по ходу технологического процесса. В серийном производстве большая часть оборудования, приспособлений и инструмента специализированы.

Квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве.

1.2. Разработка технологического процесса обработки детали

1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Исходные данные:

- масса детали 0,45кг.
- габариты детали: 51x124x156мм.
- материал АК 12 ГОСТ 1583-89 ($\sigma_B = 165\text{МПа}$).
- годовое число отливок 1800 шт.

Выбираем способ получения заготовки – отливка в кокиль.

Кокиль - это металлическая форма, которая заполняется расплавом под действием гравитационных сил. Кокиль может быть использован многократно, в отличие от песчаных форм, которые используются разово.

Таким образом, сущность литья в кокиль заключается именно в многократности использования литейных форм, металлические части которых и формируют конфигурацию отливки.

Кокиль состоит из двух полуформ и вставок. Полуформы взаимно центрируются штырями, и перед заливкой их соединяют замками. Размеры рабочей полости кокиля больше размеров отливки на величину усадки сплава. Полости и отверстия в отливке могут быть выполнены металлическими или песчаными стержнями, извлекаемыми из отливки после ее затвердевания и охлаждения до заданной температуры. Расплав заливают в кокиль через литниковую систему, выполненную в его стенках, а питание массивных узлов отливки осуществляется из прибылей (питающих выпоров).

При заполнении кокиля расплавом, воздух и другие газы удаляются из его рабочей полости через вентиляционные выпоры, пробки, каналы, образующие вентиляционную систему кокиля. Таким образом, основными составляющими частями кокиля являются - полуформы, плиты, вставки, стержни. Обычно они изготавливаются из чугуна или стали.

Перед заливкой расплава новый кокиль готовят к работе: поверхность рабочей полости и разъем тщательно очищают от следов

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

загрязнений, ржавчины, масла; проверяют легкость перемещения подвижных частей, точность их центрирования, надежность крепления. Затем на поверхность рабочей полости и металлических стержней наносят слой огнеупорного покрытия облицовки и краски. Состав облицовок и красок зависит в основном от заливаемого сплава, а их толщина - от требуемой скорости охлаждения отливки: чем толще слой огнеупорного покрытия, тем медленнее охлаждается отливка.

Особенности формирования и качество отливок. Кокиль - металлическая форма, обладающая по сравнению с песчаной значительно большей теплопроводностью, теплоемкостью, прочностью, практически нулевыми газопроницаемостью и газотворностью. Эти свойства материала кокиля обуславливают рассмотренные ниже особенности его взаимодействия с металлом отливки.

Эффективность производства литья в кокиль, как, впрочем, и других способов литья, зависит от того, насколько полно и правильно инженер-литейщик использует преимущества этого процесса, учитывает его особенности и недостатки и условиях конкретного производства. Ниже приведены преимущества литья в кокиль на основе производственного опыта.

Повышение производительности труда в результате исключения трудоемких операций смесеприготовления, формовки, очистки отливок от пригара. Поэтому использование литья в кокиль, по данным различных предприятий, позволяет в 2 - 3 раза повысить производительность труда в литейном цехе, снизить капитальные затраты при строительстве новых цехов и реконструкции существующих за счет сокращения требуемых производственных площадей, расходов на оборудование, очистные сооружения, увеличить съём отливок с 1м² площади цеха.

Улучшение качества отливки, связанное с использованием металлической формы, повышение стабильности показателей качества:

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

механических свойств, структуры, плотности, шероховатости, точности размеров отливок.

Устранение или уменьшение объема вредных для здоровья операций выбивки форм, очистки отливок от пригара, их обрубки, общее оздоровление и улучшение условий труда, меньшая нагрузка на экологию окружающей среды.

1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках и выполняется на основе соблюдения принципов базирования.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые базы.

К основным технологическим базам относят плоскость разъёма, два отверстия $\varnothing 6H8$. К вспомогательным базам относят плоскость фланца, отверстие $\varnothing 42G7$, отверстия $\varnothing 11$ (рис. 2).

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первой операции, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В нашем случае черновой базой будут торцы «А» и отв. «Б». Торец «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), отв. «Б» – 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 3.

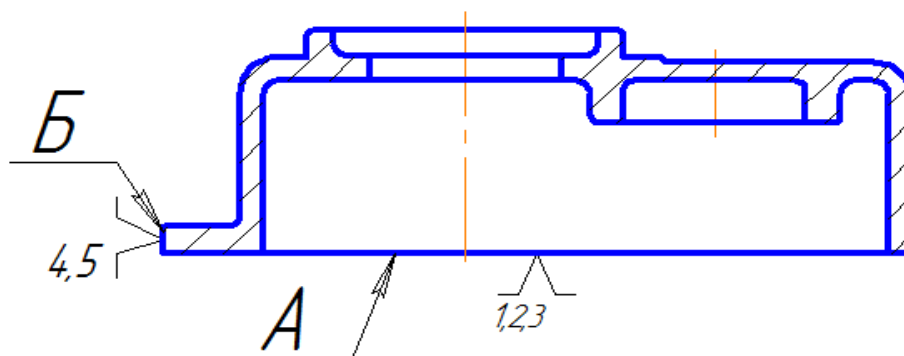


Рисунок 3 - Базирование детали на операции 005

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при чистовой обработке поверхностей. В нашем случае чистовыми базами является нижний торец «В» и отверстия «Г» и «Д».

Торец «В» – лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), отверстие «Г» лишает деталь 2-х степеней свободы (двух перемещений), отверстие «Д» лишает деталь одной степени свободы (одного вращения). Таким образом, базирование полное.

Чистовое базирование представлено на рисунке 4.

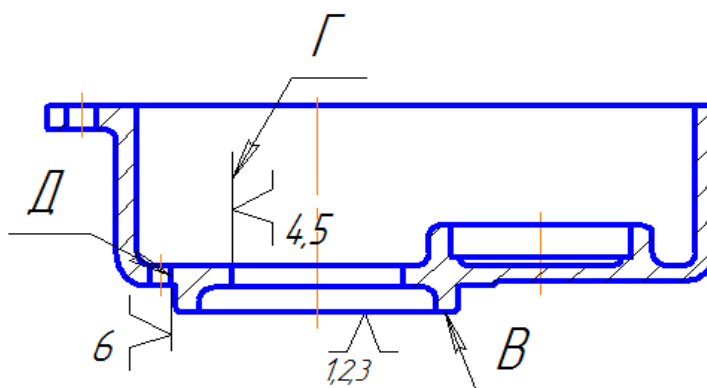


Рисунок 4 - Базирование детали на операции 010

1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунке 2 обозначим обрабатываемые поверхности и назначим на них методы обработки.

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [1, с. 150 табл. 3]:

- поверхность 1: фрезерование однократное;
- поверхность 2: фрезерование черновое и чистовое;
- отверстия 3, 9: сверление;
- отверстие 4 и торец 5: точение черновое, чистовое, тонкое;
- отверстие 6: точение однократное;
- поверхность 7: точение черновое, чистовое;
- отверстие 8: сверление, зенкерование, развертывание;

1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Корпус мотора»

Технологический маршрут обработки детали «Корпус мотора» представлен в таблице 9. Поверхности обрабатываемые обозначены на рисунке 2.

Таблица 9 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус мотора»

Наименование операции, оборудование	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность
005 Комбинированная с ЧПУ Установ А	Фрезеровать плоскость	1
	Фрезеровать поверхность	7
	Расточить отверстие	6
	Сверлить 4 отверстия	9
005 Комбинированная с ЧПУ Установ Б	Фрезеровать плоскость	2
	Сверлить 5-ть отверстий	3
	Расточить отверстие	4
	Сверлить 2 отверстия	8
	Развернуть 2 отверстия	8

Заключение: в разработанном маршруте вместо четырех операций предлагается всего две, которые выполняются на одном обрабатывающем центре с ЧПУ, что позволит повысить производительность за счет сокращения основного и вспомогательного времени.

1.2.5. Выбор средств технологического оснащения

1.2.5.1. Выбор и описание оборудования

В связи с увеличением производственной программы выпуска деталей «Корпус мотора» с 720 до 1800 в год существующее универсальное оборудование не справится с предстоящей задачей. Для увеличения производительности предлагается перевести механическую обработку с универсального оборудования на обрабатывающий центр с ПУ. Данное оборудование имеется на предприятии и загружено не на полную мощность.

Выбор типа станка необходимо сопоставить с его возможностями обеспечить технические требования, формы и качество обрабатываемых поверхностей.

В дипломном проекте предлагается использовать обрабатывающий центр с ЧПУ модели DANLİN MCV-720 (про-во Тайвань) [18].

Модель обрабатывающего центра колонного типа MCV-720 производства DANLİN разработан для высокоскоростной обработки деталей типа пресс-форм, штампов и других деталей общего машиностроения.

Широкий выбор типа и характеристик привода шпинделя, элементов дополнительного оснащения позволяет комплектовать станок, в полной мере отвечающий потребностям конкретного производства.

Возможность установки наклонно-поворотных столов (4-5 ось) позволяет значительно расширить технологические возможности обработки.

Модель MCV-720 сочетает в своей конструкции оптимальные показатели мощности главного привода, высокую жесткость и точность. Это достигается применением двухступенчатого редуктора в приводе шпинделя, направляющих скольжения большой площади охвата по всем координатам, станины высокой жесткости, рассчитанной с использованием метода конечных элементов [18].

Особенности DANLİN MCV-720 [18]:

- широкая опорная поверхность колонны обеспечивает высокую жесткость конструкции;
- колонна крепится на станине посредством болтового соединения;
- базовые элементы станка рассчитаны с применением метода конечных элементов, что гарантирует высокую жесткость и динамическую стабильность конструкции;
- станина, колонна, шпиндельная бабка и детали суппорта отлиты из специализированного высококачественного чугуна;
- станина и колонна имеют симметричную коробчатую конструкцию и развитое ребрение, что увеличивает жесткость станка и сводит к минимуму тепловые деформации;
- шарико-винтовые пары (ШВП) по всем осям собраны с преднатягом и

имеют прямой привод от двигателя через муфту. Ошибки шага ШВП измеряются с использованием лазерной системы фирмы "Agilent Technologies", США, корректирующие значения заносятся в память ЧПУ.

Все три оси X/Y/Z оснащаются направляющими качения (в базовой комплектации роликовые направляющие на оси Z и шариковые на осях X,Y)

Таблица 10 - Характеристики ОЦ DAHLIN MCV-720 [18]

Размеры стола (Д x Ш), мм	950 - 560
Т-образные пазы (размер, мм x количество)	18 x 3
Максимальная нагрузка на стол, кг	500
Наибольшая величина перемещения по оси X, мм	720
Наибольшая величина перемещения по оси Y, мм	460
Наибольшая величина перемещения по оси Z, мм	510
Расстояние от торца шпинделя до плоскости стола, мм	150 - 660
Расстояние от центра шпинделя до колонны, мм	480
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	8000
Регулирование частоты вращения шпинделя	Бесступенчатое
Ускоренное перемещение по осям X / Y / Z, м/мин	24 / 24 / 18
Количество позиций инструментального магазина	24
Время смены инструмента	2,6с
Максимальная масса инструмента	5,1кг
Максимальная величина рабочей подачи, мм/мин	10 000
Мощность двигателей сервоприводов по осям X / Y / Z, кВт	1,2 / 1,2 / 3,0
Мощность главного двигателя	7,5 кВт

На рисунке 5 представлен ОЦ DAHLIN MCV-720 [18], а на рисунке 6 – рабочая зона ОЦ.



Рисунок 5 – Обрабатывающий центр DAHLIN MCV-720



Рисунок 6 – Рабочая зона ОЦ DAHLIN MCV-720

Вывод: применение обрабатывающего центра с ЧПУ модели DAHLIN MCV-720 позволит сократить количество оборудования участвующие в процессе производства, увеличить выпуск деталей до 1800 штук в год.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.728.ПЗ

Лист

26

1.2.5.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента и режимов резания

Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «SECO».

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «SECO» [13, 14, 15].

Материал детали – сплав АК12 по классификации компании «SECO» относится к группе N2 ($9\% < Si < 16\%$) [10, с. 675].

Фрагмент из каталога «Seco» для выбора элементов режима резания показан на рисунке 7.

Классификация материалов - SMG2



SMG	Описание	свойства	Пример
N1	Алюминиевые сплавы, $Si < 9\%$		AW-7075
N2	Сплавы алюминия, $9\% < Si < 16\%$		AC-44200 $Si = 12\%$

Рисунок 7 – Выбор группы материала для сплава АК12 из каталога фирмы «SECO»

Операция 005 Комбинированная с ЧПУ

Установ А

Переход 1. Фрезеровать плоскость 1 (рис. 2).

Фреза торцевая R220.53-0080-09-5C [13, с. 128],

где обозначено: R – правостороннее вращение, 220 – крепление на оправке, 53 – система фрез, 0080 – диаметр фрезы (80мм), 09 – размер пластины, 5 – эффективное число зубьев, C – крепление пластины клином (рис. 8).

Размеры фрезы: $D_c=80\text{мм}$, $D_{c2}=90\text{мм}$, $D_{5m}=62\text{мм}$, $l_1=50\text{мм}$, $ap=4,5\text{мм}$ [13, с. 128].

Пластина SEEX 09T3AFN-E04 H15 [13, с. 603],

где обозначено: S - форма пластины (квадратная), E - задний угол (равен 20°), E – класс допуска, X – тип СМП, 09 – номинальная длина режущей кромки (9,52мм), T3 – толщина (3,97мм), AF – пластина с фаской 45°, N – направление резания (нейтрал), E04 – внутреннее обозначение (условия обработки простые), H15 – материал пластины (твердый износостойкий сплав для обработки алюминия, сплав без покрытия) [13, с. 14].

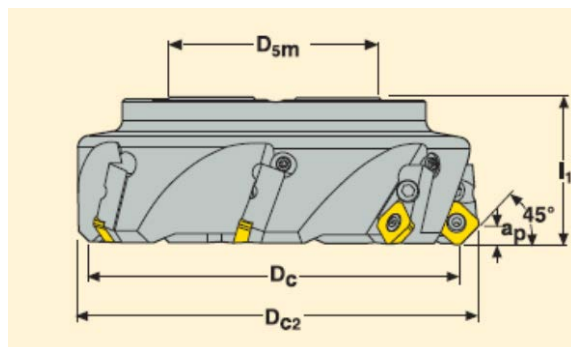


Рисунок 8 - Фреза торцевая

Фрагмент каталога «SECO» для выбора фрезы, пластины и материала показан на рисунках 9 и 10.

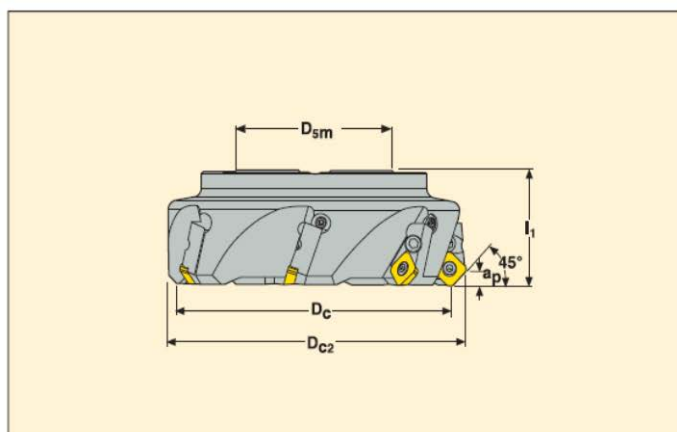
Тоцевые фрезы



R220.53-09C



- Для подбора пластин и рекомендаций по режимам резания см. стр. 130-131
- Номенклатуру пластин см. на стр. 603






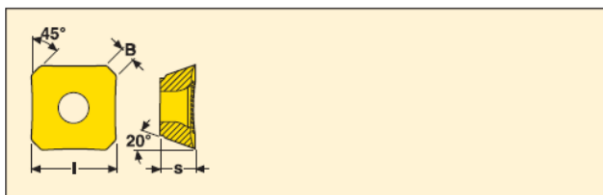
Шаг	Обозначение	Тип крепления	Размеры в мм								Пластина
			a _p	D _c	D _{c2}	D _{5m}	l ₁				
Нормальный	R220.53 -0080-09-5C	Оправка	4,5	80	90	62	50	5	1,7	7400	SE_09T3
	-0100-09-6C	Оправка	4,5	100	110	77	50	6	2,5	6600	SE_09T3

Рисунок 9 – Выбор торцевой фрезы из каталога фирмы «SECO»

SEE.09



Размер	Размеры в мм	
	l	s
SE..09T3	9,52	3,97



Обозначение	В	Перед. угол	Сплавы																		
			С покрытием												Без покрытия			Кермет			
			MP1500	MP2500	MP3000	MH1000	MM4500	MK1500	MK2050	MS2050	MS2500	T350M	F15M	F25M	F40M	HX	H15	H25	MP1020		
SEEX 09T3AFTN-M08	1,5	0 °					■	■				■			■				■		
09T3AFN-E04	1,5	25 °											■		■		■				
09T3AFN-M05	1,5	0 °			■					■					■						
09T3AFTN-D09	1,5	0 °	■																		
09T3AFTN-ME07	1,5	22 °		■				■					■		■						

Сплавы пластин



Сплавы без покрытия

	HX	Износостойкий сплав для фрезерования чугуна и цветных сплавов.
	H15	Твердый износостойкий сплав для фрезерования алюминия.
	H25	Прочный микрозернистый сплав для фрезерования суперсплавов и алюминия.

Рисунок 10 – Выбор пластины и материала пластины из каталога фирмы «SECO»

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 130-131]:
 $a_{pmax}=2,5\text{мм}$, $f=0,10\text{ мм/зуб}$, $V_c=910\text{м/мин}$.

Фрагмент каталога «SECO» для выбора фрезы показан на рисунке 9.

Переход 2. Фрезеровать поверхность 7 (рис. 2).

Выбираем тип фрезы JS554 – фреза универсальная для обработки материалов группы N2 [15, с. 21].

Окончательно выбираем фрезу JS554250R310Z4.0-SIRON-A [15, с. 54], где JS – линейка продукции (JABRO SOLID), 554 – геометрия, 250 –

диаметр фрезы (25мм), R310 – форма конца, Z4 – число зубьев, .0 – тип хвостовика, SIRON-A – тип покрытия [15, с. 10].

На рисунке 11 показана фреза JS554.

Размеры фрезы (рис. 11): $D_c=25\text{мм}$, $d_{m_m}=25\text{мм}$, $l_2=125\text{мм}$, $a_p=52\text{мм}$ [12, с. 54].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,11\text{ мм/зуб}$, $V_c=470\text{м/мин}$ [15, с. 62].

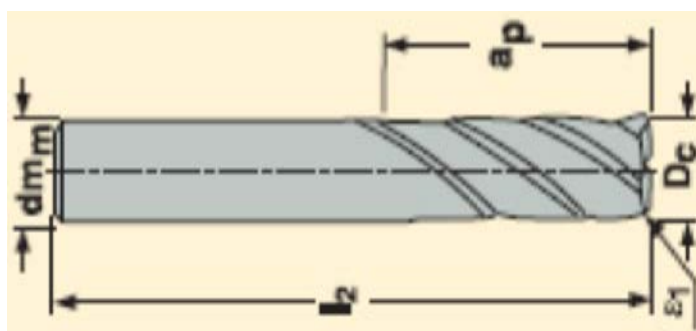


Рисунок 11 - Фреза концевая JS554

Переход 3. Расточить отверстие 6 (рис. 2).

Головка A750 30 [14, с. 487] (рис. 12),

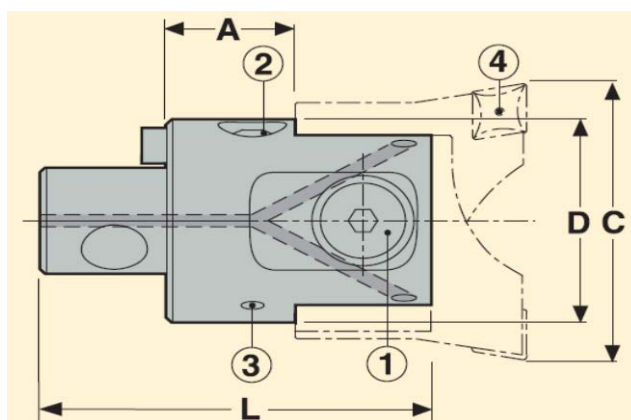


Рисунок 12 – Головка расточная тип A750

где обозначено: A – расточная головка, 750 – черновое растачивание, 30 – размер хвостовика [14, с. 481].

Размеры головки: диапазон $C=\varnothing 39...51\text{мм}$, $A=24\text{мм}$, $D=35\text{мм}$, $L=69\text{мм}$ [14, с. 481].

Держатель пластин A750 30CC09 90 [14, с. 489],

где A750 30 – тип расточной головки, СС – тип гнезда пластины, 09 – размер гнезда пластины, 90 – направляющий угол [11, с. 489] (рис. 13).

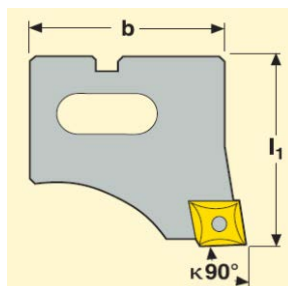


Рисунок 13 – Держатель пластин

Размеры держателя: $b=35\text{мм}$, $l_1=41\text{мм}$ [14, с. 489].

Пластина CCGT 09T308F-AL KX [14, с. 594].

Рекомендуемые режимы резания: $a_{\text{pmax}}=4\text{мм}$, $V_c=450\text{м/мин}$, $f=0,20\text{ мм/об}$ [14, с. 594 и с. 596].

Переход 4. Сверлить 4 отверстия 9 (рис. 2).

Сверло SD203-11.0-33-12R1 [14, с. 39],

где SD203 – тип сверла, 11.0 – диаметр сверла (11,0мм), 33 – глубина сверления (33мм), 12 – диаметр хвостовика, R – правое вращение, 1 – тип хвостовика (цилиндрический) [14, с. 20] (рис. 14).

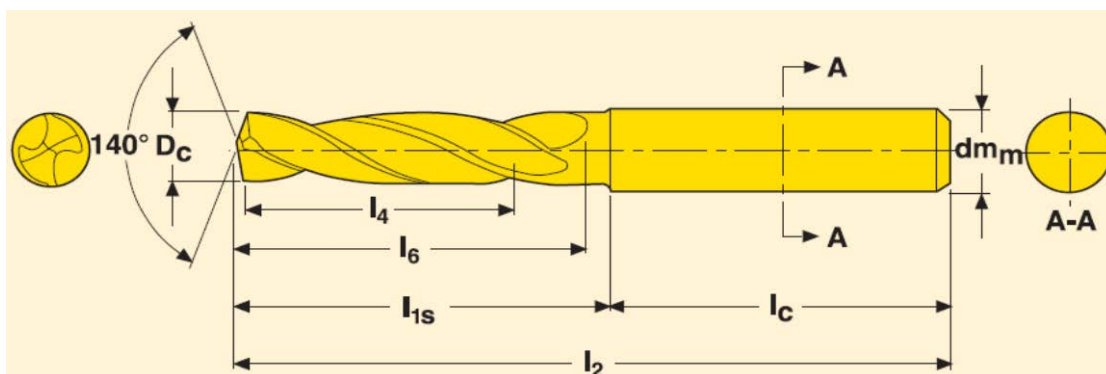


Рисунок 14 – Сверло Seco Feedmax – SD203

Размеры сверла: $D_c=11\text{мм}$, $dm_m=12\text{мм}$, $l_4=33\text{мм}$, $l_2=102\text{мм}$, $l_c=45\text{мм}$ [14, с. 39]. Рекомендуемые режимы резания по каталогу [14, с. 123]: $f=0,30\text{ мм/об}$, $V_c=225\text{ м/мин}$.

Установ Б

Переход 1. Фрезеровать плоскость 2 (рис. 2).

Фреза торцевая R220.53-8160-09-10C [13, с. 128].

Пластина SEEX 09T3AFN-E04 H15 [13, с. 603].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 130-131]:

$a_{p\max}=2,5\text{мм}$, $f=0,10\text{ мм/зуб}$, $V_c=910\text{м/мин}$.

Переход 2. Сверлить 5-ть отверстий 3 (рис. 2).

Сверло SD203-7.0-25-8R1 [14, с. 39].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [14, с. 123]: $f=0,21\text{ мм/об}$,
 $V_c=225\text{ м/мин}$.

Переход 3. Расточить отверстие 4 (рис. 2).

Растачивание отверстия производим в два этапа: 1-й этап в размер $\varnothing 41,5$, второй этап в размер $\varnothing 42$.

Первый этап.

Головка A750 30 [14, с. 487] (рис. 12).

Держатель пластин A750 30CC09 90 [14, с. 489].

Пластина CCGT 09T308F-AL KX [14, с. 594].

Рекомендуемые режимы резания: $a_{p\max}=4\text{мм}$, $V_c=450\text{м/мин}$,
 $f=0,20\text{ мм/об}$ [14, с. 594 и с. 596].

Второй этап.

Головка A780 30 [11, с. 541].

Держатель пластин A725 30CC06 02 [14, с. 544].

Пластина CCGT 060204F-AL KX [14, с. 594].

Рекомендуемые режимы резания на втором этапе: $a_{p\max}=2,5\text{мм}$,
 $V_c=300\text{м/мин}$, $f=0,15\text{ мм/об}$ [14, с. 594-596].

Переход 4. Сверлить последовательно два отверстия 8 (рис. 2).

Сверло SD203-5.8-21-6R1 [14, с. 39].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [14, с. 123]: $f=0,18\text{ мм/об}$,
 $V_c=225\text{ м/мин}$.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Переход 5. Развернуть последовательно два отверстия 8 (рис. 2).

Развертка NF06-6H8-EB45-RX2000 [14, с. 362] (рис. 15),

где NF06 – тип развертки, 6H8 – диаметр отверстия и допуск, EB45 – направляющая геометрия, RX2000 – сплав (высокопроизводительный сплав с покрытием подходит для всех материалов) [14, с.359...361].

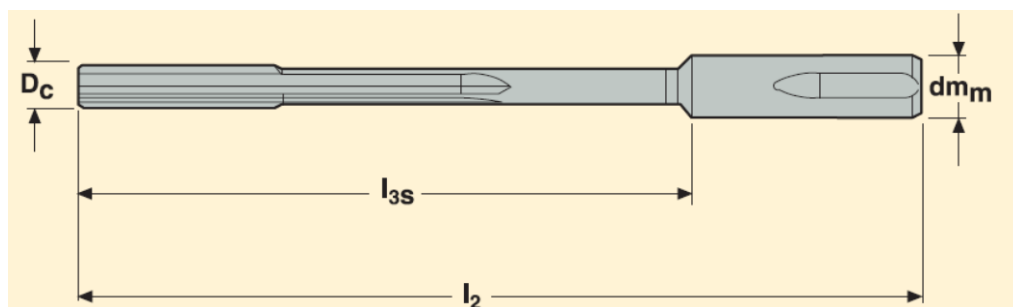


Рисунок 15 – Развертка Nanofix NF06

Размеры развертки: $D_c=6\text{мм}$, $d_m=6\text{мм}$, $l_2=80\text{мм}$, $l_{3c}=60\text{мм}$, $Z=4$ [14, с. 362].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [14, с. 373]:
 $a_{p\max}=0,1\ldots0,2\text{мм}$, $f=0,20\text{ мм/об}$, $V_c=80\text{ м/мин}$.

Для операций элементы режима резания определим по каталогу фирмы «SECO», а результаты занесем в таблицу 11.

Таблица 11 - Элементы режима резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
Операция 005					
Комбинированная с ЧПУ					
Установ А					
Переход 1	2,5	0,50	1812	3623	910
Переход 2	8,0	0,44	2634	5987	470
Переход 3	2,5	0,20	717	3583	450
Переход 4	5,5	0,30	1954	6514	225
Установ Б					
Переход 1	2,5	1,0	1811	1811	910
Переход 2	3,5	0,21	1433	6824	150
Переход 3	1,75	0,20	691	3453	450
Переход 4	3,40	0,18	988	5491	100
Переход 5	0,10	0,20	849	4246	80

Закключение: применение высокопроизводительного режущего инструмента и режимов резания снижают основное и вспомогательное время и как следствие сокращается цикл изготовления деталей и обеспечивается высокое качество готовой продукции

1.3. Технологические расчеты

1.3.1. Расчет припусков

Расчет будем вести аналитическим и табличным методом.

Расчет припусков аналитическим методом.

Заготовка – отливка в кокиль.

Материал – сплав АК12 ГОСТ 1583-89.

Масса заготовки $m_3=0,59$ кг.

Определим припуск на размер отверстия $\varnothing 42G7^{(+0,034}_{+0,009)}$.

Технологический маршрут обработки отверстия $\varnothing 42G7^{(+0,034}_{+0,009)}$.

- растачивание черновое;
- растачивание чистовое;
- растачивание тонкое.

Определим элементы припуска [10, с. 186 табл. 12; с. 188 табл. 25] и занесем их в таблицу 12.

Определим пространственные отклонения заготовки [1, с. 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (1)$$

где $\rho_{см}$ - смещение поверхностей, примем 2мм;

$\rho_{кор}$ - коробление поверхностей, определим по формуле

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot l = 0,5 \cdot 8 = 0,004 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{2^2 + 0,004^2} = 2 \text{ мм} = 2000 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения [10, с. 37]:

- после черного растачивания:

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 2000 = 100 \text{ мкм}$$

- после чистового растачивания:

$$\rho_2 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 2000 = 40 \text{ мкм}$$

Погрешность установки определим по [10, с. 75 табл. 4.10] и занесем в таблицу 12.

Расчетный минимальный припуск определим по формуле [10] и занесем в таблицу 12.

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (2)$$

Графу D_p заполняем, начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого перехода.

Графу D_{\min} получаем по расчетным размерам, округленным до точности допуска перехода.

Графу D_{\max} определим путем сложения допусков к минимальным размерам D_{\min} .

Результаты занесем в таблицу 12.

Определим минимальные значения припусков по формуле [10]:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np}, \quad (3)$$

Максимальные значения припусков определим по формуле [10]:

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np}, \quad (4)$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 12.

Общий номинальный припуск:

$$2 \cdot Z_{оном} = 2 \cdot Z_{о\min} + \frac{\delta_3}{2} - \delta_3 = 4,384 + \frac{1,1}{2} - 0,025 = 4,909 \text{ мм}$$

Произведем проверку правильности вычислений по формуле:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = \delta_{i-1} - \delta_i, \quad (5)$$

$$4,69 - 3,89 = 1,1 - 0,25 = 0,85 \text{ мм}$$

$$0,527 - 0,339 = 0,25 - 0,062 = 0,188 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$0,192-0,155=0,062-0,026=0,037 \text{ мм}$$

На рисунке 16 изобразим графическую схему припусков и допусков.

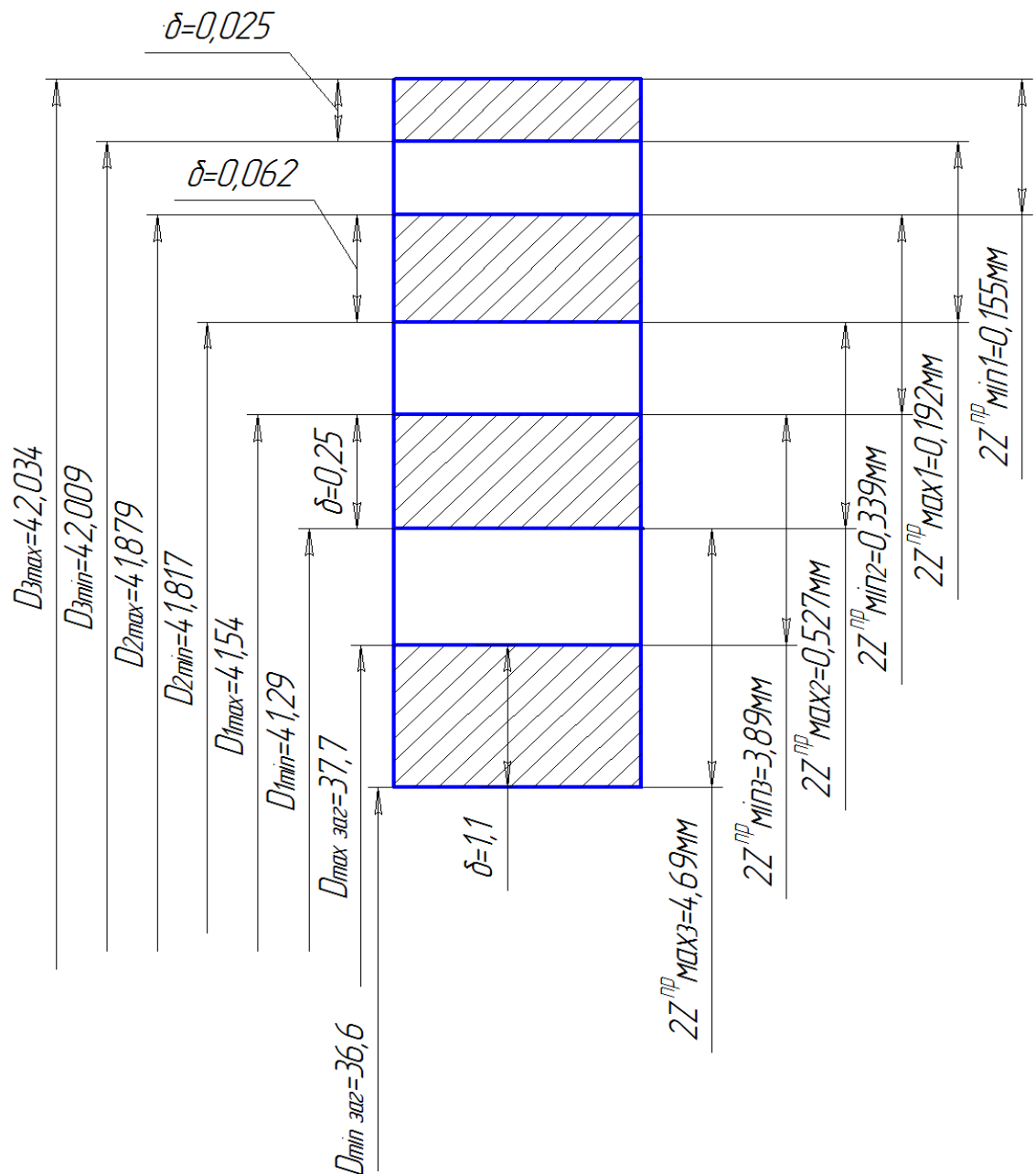


Рисунок 16 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия Ø42G7

Таблица 12 - Расчет припусков и допусков на отверстие $\varnothing 42G7^{+0,034}_{+0,009}$

Технологические переходы обработки отверстия $\varnothing 42G7^{+0,034}_{+0,009}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск δ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мм	
	R_z	h	ρ	ϵ				D_{\min}^{np}	D_{\max}^{np}	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$
Заготовка	200	300	2000			36,589	1,10	36,60	37,70		
Черновое расточивание	50	50	100	130	2·2500	41,289	0,250	41,29	41,54	3,89	4,69
Чистовое расточивание	20	20	40	130	2·264	41,817	0,062	41,817	41,879	0,339	0,527
Тонкое расточивание	8	8		40	2·96	42,009	0,025	42,009	42,034	0,155	0,192

$$2 \cdot Z_{0\min} = 4,384 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{0\max} = 5,409 \text{ мм}$$

Табличный метод расчета припусков

На остальные поверхности детали (см. рис. 17) припуски определим по [11, с. 52-55, табл. 3.9 и 3.10], а результаты занесем в таблицу 13.

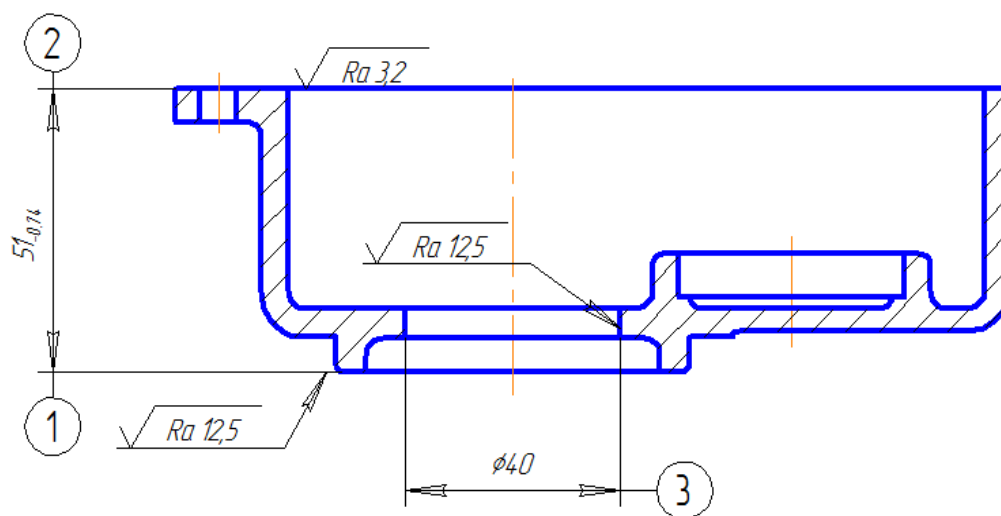


Рисунок 16 - Эскиз детали «Корпус мотора»

Таблица 13 - Припуски и допуски на обработку, мм

Технологические переходы	Поверхность	Припуск, мм	Размер, мм	Отклонения, мм	
Заготовка - отливка	1	2,5	56	+0,60	-0,60
	2	2,5	56	+0,60	-0,60
	3	2,5	35	+0,55	-0,55
Фрезерование однократное	1	2,5	51	+0	-0,74
	2	2,5	51	+1	-0,74
	3	2,5	40	+0,62	-0

Закключение: Каждый из представленных методов имеет как свои преимущества, так и свои недостатки. Аналитический метод является наиболее точным, так как учитывает некоторые конкретные условия обработки, схему базирования заготовки, погрешности предшествующих этапов обработки. Значения припусков, полученные опытно-статистическим (табличным) методом завышены и поэтому он является экономически менее эффективным.

1.3.2. Расчет технических норм времени

Нормирование технологических процессов при механической обработке детали проводится для определения технических норм времени, которые являются одной из основных параметров для расчета стоимости изготавливаемой детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих. Техническую норму времени определяют на основе технических возможностей станочного оборудования, режущего инструмента и технологической оснастки.

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{от}, \quad (6)$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время;

$T_{шт}$ – штучное время на операцию;

n - количество деталей в партии, $n=43$ шт;

t_0 - основное время, мин;

t_B - вспомогательное время;

$t_{об}$ - время на обслуживание рабочего места;

$t_{от}$ - время перерывов на отдых и личные надобности.

Вспомогательное время определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_B = t_{ус} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{из}, \quad (7)$$

где $t_{ус}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{з.о}$ - время на закрепление и открепление детали, мин;

$t_{уп}$ - время на приемы управления, мин;

$t_{из}$ - время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего времени определяется по

формуле [7, с. 99]: $t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (8)$

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $t_{\text{тех}}$ - время на техническое обслуживание;

$t_{\text{орг}}$ - время на организационное обслуживание;

Основное время [7, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_M} \cdot i, \quad (9)$$

где l - расчетная длина;

i - число рабочих ходов.

S_M – подача инструмента мм/мин.

$$l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}, \quad (10)$$

где l_o - длина обработки поверхности;

$l_{\text{вр}}$ - величина врезания инструмента;

$l_{\text{пер}}$ - величина перебега.

Определим $T_{\text{ш-к}}$ на операцию 005 Комбинированная на ОЦ с ЧПУ.

Операция 005 Комбинированная на ОЦ с ЧПУ

Установ А

Переход 1. Фрезеровать плоскость 1.

Длина обрабатываемой поверхности: $l_o = 66\text{мм}$.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 120 \text{ мм}.$$

Тогда: $l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 66 + 120 = 186 \text{ мм}$.

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{01} = \frac{186}{1812} = 0,10 \text{ мин}$$

Переход 2. Фрезеровать поверхность 7.

$l_o = 220\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 80\text{мм}$, $l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 220 + 80 = 300\text{мм}$.

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{02} = \frac{300}{2634} = 0,12 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход 3. Расточить отверстие 6.

$$l_o = 5\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 45\text{мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6 + 45 = 51\text{мм}.$$

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{o3} = \frac{51}{717} = 0,07\text{мин}$$

Переход 4. Сверлить 4 отверстия 9.

$$l_o = 3\text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 28\text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6 + 45 = 31\text{ мм}.$$

Число проходов равно $i = 4$.

$$t_{o4} = \frac{31}{1954} \cdot 4 = 0,06\text{мин}$$

Общее основное время на установе А:

$$t_{oA} = 0,10 + 0,12 + 0,07 + 0,06 = 0,35\text{мин}$$

Установ Б

Переход 1. Фрезеровать плоскость 2.

Длина обрабатываемой поверхности: $l_o = 156\text{мм}$.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 180\text{мм}.$$

Тогда: $l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 156 + 180 = 336\text{мм}$.

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{o1} = \frac{336}{1811} = 0,19\text{мин}$$

Переход 2. Сверлить пять отверстий 3.

$$l_o = 6\text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 25\text{мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6 + 25 = 31\text{мм}.$$

Число проходов равно $i = 5$.

$$t_{o2} = \frac{31}{1433} \cdot 5 = 0,11\text{мин}$$

Переход 3. Расточить отверстие 4.

$$l_o = 8\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 63\text{мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 8 + 63 = 71\text{мм}.$$

Число проходов равно $i = 1$.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{03} = \frac{71}{691} + \frac{71}{341} = 0,31 \text{ мин}$$

Переход 4. Сверлить два отверстия 8.

$$l_o = 7 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 22 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 + 22 = 29 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i = 2$.

$$t_{04} = \frac{29}{988} \cdot 2 = 0,06 \text{ мин}$$

Переход 5. Развернуть два отверстия 8.

$$l_o = 7 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 22 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 + 22 = 29 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i = 2$.

$$t_{05} = \frac{29}{849} \cdot 2 = 0,07 \text{ мин}$$

Общее основное время на установе Б:

$$t_{0Б} = 0,19 + 0,11 + 0,31 + 0,06 + 0,07 = 0,74 \text{ мин}$$

Общее машинное время на операции:

$$t_o = 0,35 + 0,74 = 1,09 \text{ мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [7, с. 98]:

$$t_{\text{ус}} = 5,26 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{уп}} = 12,35 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{изм}} = 13,52 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{в}} = 5,26 + 12,35 + 13,52 = 31,13 \text{ мин.}$$

Опертивное время [7, с. 101]:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{в}} = 1,09 + 31,13 = 32,22 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{6 \cdot 32,22}{100} = 1,93 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [7, с. 102]:

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$$t_{орг} = \frac{8 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{8 \cdot 32,22}{100} = 2,58 \text{ мин}$$

Время на отдых [7, с. 102]:

$$t_{отд} = \frac{2,5 \cdot t_{он}}{100} = \frac{2,5 \cdot 32,22}{100} = 0,81 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 32,22 + 1,93 + 2,58 + 0,81 = 37,54 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [7, с. 216-217]: $T_{пз} = 34 \text{ мин}$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{35}{43} + 37,54 = 38,4 \text{ мин}$$

Расчет норм времени сведем в таблицу 14.

Таблица 14 – Нормы времени, мин.

Наименование операции, перехода, позиции	t_o	t_v	$t_{тех}$	$t_{орг}$	$t_{отд}$	$T_{шт}$	$T_{шт-к}$
Операция 005		31,13	1,93	2,58	0,81	37,54	38,4
Комбинированная с ЧПУ							
Установ А							
Переход 1	0,10						
Переход 2	0,12						
Переход 3	0,07						
Переход 4	0,06						
Установ Б							
Переход 1	0,19						
Переход 2	0,11						
Переход 3	0,31						
Переход 4	0,06						
Переход 5	0,07						

Для выполнения рассчитанных норм времени, необходимо обеспечить своевременную, централизованную доставку на рабочее место заготовок, инструмента, технической документации. Получение инструктажа до начала работы и после обработки партии деталей, сдача их на проверку.

1.4. Проверочный расчет зажимного приспособления (расчет сил зажима)

Деталь зажимается в специальном приспособлении. Определим силу зажима детали на операции 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ А, переход 1.

Базирование детали.

В нашем случае черновой базой будут торцы «А» и отв. «Б». Торец «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), отв. «Б» – 2-х степеней свободы (двух перемещений). Следовательно, базирование не полное. Схема чернового базирования, для фрезерования плоскости, торцевой фрезой показана на рисунке 17.

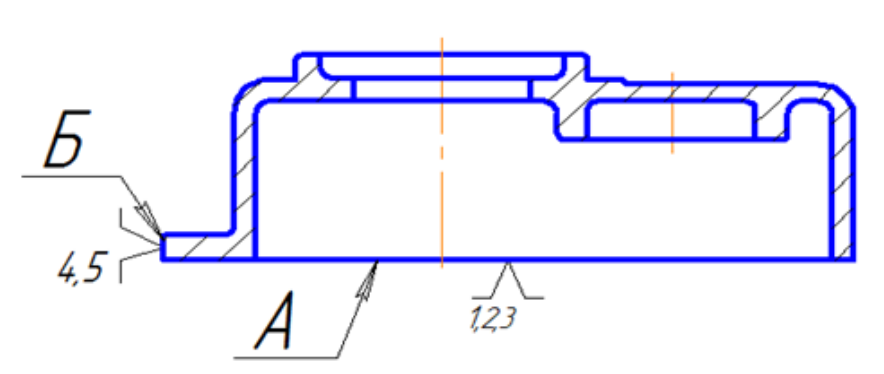


Рисунок 17 – Базирование детали

Определим окружную силу резания P_z по [11, с. 282]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP},$$

где $K_{MP} = 1,5$ [11, с. 265 табл. 10]

Коэффициент C_p и показатели степеней определим по [11, с. 294 табл. 41]:

- для силы P_z : $C_p=825$, $x=1$, $y=0,75$, $u=1,1$, $q=1,3$, $w=0,2$.

$$\text{Тогда: } P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 83^{1,1} \cdot 5}{80^{1,3} \cdot 3623^{0,2}} \cdot 1,5 = 579 \text{ Н}$$

$$P_y = 0,35 \cdot P_z = 0,35 \cdot 579 = 203 \text{ Н}$$

$$P_{yz} = \sqrt{P_z^2 + P_y^2} = \sqrt{579^2 + 203^2} = 614 \text{ Н}$$

Расчет коэффициента запаса сил резания.

При расчете сил зажима заготовки силы и моменты сил резания увеличивают в несколько раз, вводя в формулы коэффициент запаса K . Это повышает надежность закрепления заготовки. Коэффициент определяют по формуле [4, с. 382...384]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (11)$$

где K_0 - коэффициент гарантированного запаса, $K_0 = 1,5$;

K_1 - коэффициент, повышающий силы резания при черновой обработке, примем $K_1 = 1,2$;

K_2 - коэффициент, повышающий силы резания при работе затупленным инструментом, примем $K_2 = 1$;

K_3 - коэффициент, который учитывает увеличение сил при прерывистом резании, примем $K_3 = 1$;

K_4 - характеризует непостоянство силы закрепления в механизмах с ручным приводом, примем $K_4 = 1$ для приспособления с гидроприводом;

K_5 - учитывает непостоянство силы закрепления при неудобном расположении рукоятки, при отсутствии рукоятки примем $K_5 = 1$;

K_6 - коэффициент, который отличен от единицы, если на заготовку действуют неучтенные вращающие моменты, здесь $K_6 = 1,2$.

Подставим значения коэффициентов в формулу (11):

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,16,$$

принимаем $K = 2,5$.

Расчет требуемых сил зажима.

Найдем величину сил зажима из условия, что заготовка сохраняет неподвижное состояние под действием сил зажима, реакций опор и сил резания. На рисунке 18 представлена графическая модель равновесия заготовки

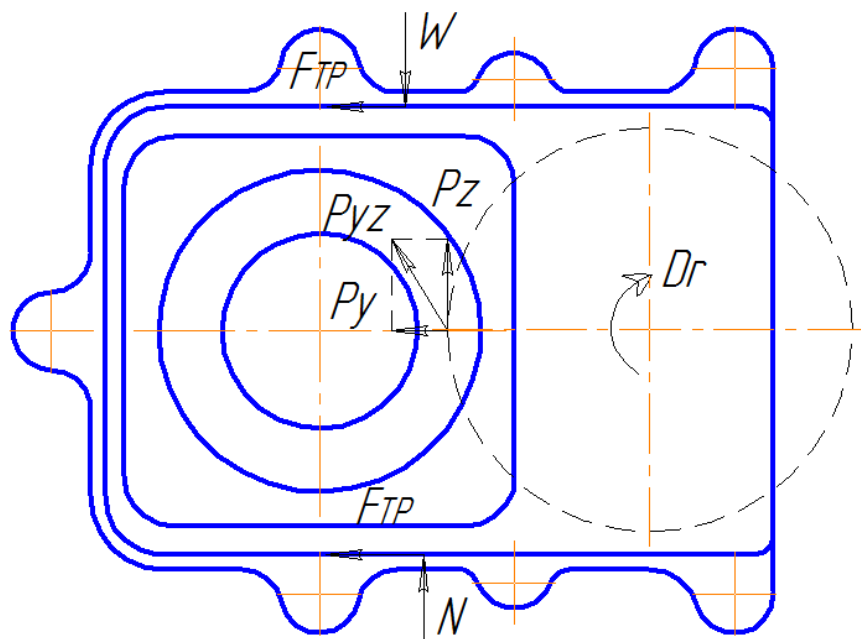


Рисунок 18 – Графическая модель равновесия заготовки

Для сохранения равновесия должны соблюдаться условия:

$$P_y \leq F_{TP} + F_{TP1} \text{ или}$$

$$k \cdot P_y = 2 \cdot F_{TP}$$

$$F_{TP} = f \cdot W$$

$$N = W - P_z$$

Тогда:

$$k \cdot P_y = f \cdot W + f \cdot W - f \cdot P_z, \text{ откуда } W = \frac{k \cdot P_y + f \cdot P_z}{2 \cdot f}$$

где f – коэффициент трения, примем $f = 0,25$.

Тогда:

$$W = \frac{2,5 \cdot 203 + 0,25 \cdot 579}{2 \cdot 0,25} = 1304,5 \text{ Н}$$

Чтоб обеспечить неподвижность заготовки в специальном приспособлении, её необходимо зажать одной силой $W = 1304,5 \text{ Н}$

1.5. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали

Проектируемый технологический процесс механической обработки детали «Корпус мотора» предполагает использование обрабатывающего центра с ЧПУ модели DANLIN MCV-720. Данный станок оснащен системой ЧПУ Siemens Sinumeric.

Системы ЧПУ Sinumerik выпускаются для широкого ряда станков с ЧПУ. Эти системы ЧПУ имеют широкий ряд опций для различных областей применения, от мелких мастерских до крупных предприятий аэрокосмической промышленности.

Модель 840D обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых системах.

Программное ядро системы ЧПУ (VNCK) позволяет производить расширенную симуляцию обработки на станке в NX CAM или на виртуальных станках.

NX CAM обеспечивает расширенные возможности программирования, соответствующие широким возможностям систем ЧПУ Sinumerik.

Для того чтобы постпроцессор обеспечивал оптимизированный вывод для систем ЧПУ Sinumerik в таких областях, как высокоскоростное резание или 5-осевая обработка, NX CAM сочетает автоматически выбираемые и пользовательские параметры.

Программное ядро VNCK, поставляемое с NX CAM в качестве дополнения, обеспечивает управляемое системой ЧПУ симуляцию для выполнения полной проверки программ и обеспечения точной оценки времени обработки.

NX предлагает различные шаблоны постпроцессора и проверенные постпроцессоры, подходящие для широкого ряда станков с системами ЧПУ Sinumerik.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Данная система ЧПУ имеет простое, ориентированное на пользователя управление, которое позволяет достаточно быстро составлять программы и обладает следующими возможностями:

- программирование возможно непосредственно на ЧПУ или на внешних носителях (CAD/CAM);
- фрезерные циклы: круговые карманы, прямоугольные карманы, изогнутые карманы, плоское фрезерование;
- циклы сверления: простое сверление, сверление с выдержкой по времени, сверление глубоких отверстий, нарезание резьбы метчиком;
- высверливание рисунков: ряды отверстий, отверстия по кругу /сегменту, свободное позиционирование отверстия, прямоугольник/параллелограмм.

Запись информации в УП осуществляется по определенным правилам, которые указывают, как записывать информацию в каждом кадре УП, а также правила записи слов внутри каждого кадра.

В дипломном проекте управляющую программу разработаем на 005 операцию «Комплексная на ОЦ с ЧПУ» установ А. Операция состоит из четырех переходов:

Переход 1. Фрезеровать плоскость 1.

Переход 2. Фрезеровать поверхность 7.

Переход 3. Расточить отверстие 6.

Переход 4. Сверлить 4 отверстия 9.

Для разработки управляющей программы необходимо:

- выбрать инструмент;
- выбрать режимы резания;
- спроектировать траекторию движения инструмента;
- определить координаты опорных точек.

Выбор режущего инструмента приведен в главе 1.2.5.2.

Элементы режима резания представлены в таблице 11.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на плакате 3. Инструментам присвоены номера Т1...Т4.

Управляющая программа для операции 005 установ А представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Управляющая программа для операции 005 (Установ А)

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
Переход 1. Фрезеровать плоскость 1	
T1 D1 M6	Выбор фрезы 1, смена инструмента
G96 S910 Lims=1000 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке с указанной скоростью
G90 G54 G17	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Y
G0 X84 Y0 Z53.5	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 X-84 F0.5 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X550 Y390 Z480	Движение в безопасную точку смены инструмента на ускоренной подаче
Переход 2. Фрезеровать поверхность 7.	
T2 D1 M6	Выбор фрезы 2, смена инструмента
G96 S470 Lims=600 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке с указанной скоростью
G90 G54 G17	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Y
G0 X33 Y0 Z55	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z47 F0.44 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G3 X33 Z47 MD=33	Круговая интерполяция радиусом 33 движение против часовой стрелки
G0 Z55	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X550 Y390 Z480	Движение в безопасную точку смены инструмента на ускоренной подаче

Продолжение таблицы 15

Переход 3. Расточить отверстие 6.	
1	2
T3 D1 M6	Выбор расточной головки 3, смена инструмента
G96 S450 Lims=500 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке с указанной скоростью
G90 G54 G17	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Y
G0 X0 Y0 Z56	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z39 F0.20 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 Z56	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X550 Y390 Z480	Движение в безопасную точку смены инструмента на ускоренной подаче
Переход 4. Сверлить 4 отверстия 9.	
T4 D1 M6	Выбор сверла 4, смена инструмента
G96 S225 Lims=300 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке с указанной скоростью
G90 G54 G17	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Y
G0 X29,88 Y-29.88 Z50	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z38 F0.30 M8	Включение рабочей подачи, движение к заданным координатам, включение подачи СОЖ
G0 Z50	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
X-29,88	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z38 F0.30	Включение рабочей подачи, движение к заданным координатам
G0 Z50	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
Y29.88	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z38 F0.30	Включение рабочей подачи, движение к заданным координатам

Окончание таблицы 15

1	2
G0 Z50	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
X29,88	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z38 F0.30	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G0 Z50	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X550 Y390 Z480	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
M30	Конец программы

1.6 Выбор контрольного приспособления

Приспособление предназначено для установки детали и контроля параллельности осей отверстий относительно нижней плоскости.

Принцип работы приспособления

Приспособление (рис. 19) представляет собой плиту поз. 2, на которую устанавливается деталь поз. 1. Индикатор поз. 3 крепится к стойке поз. 4. Положение индикатора на стойке регулируется с помощью ручки.

Ножка индикатора устанавливается на торец детали и перемещая стойку с индикатором вдоль плоскости детали фиксируем колебание стрелки индикатора, которое и показывает отклонение от параллельности.

Характеристики контрольно-измерительного прибора по паспорту:

Тип измерительной головки – 1 ИГ.

Пределы измерений – от 0 до 1мм.

Цена деления шкалы – 0,001мм.

Класс и допускаемая погрешность – кл. т. 1, погрешность 1,4мкм.

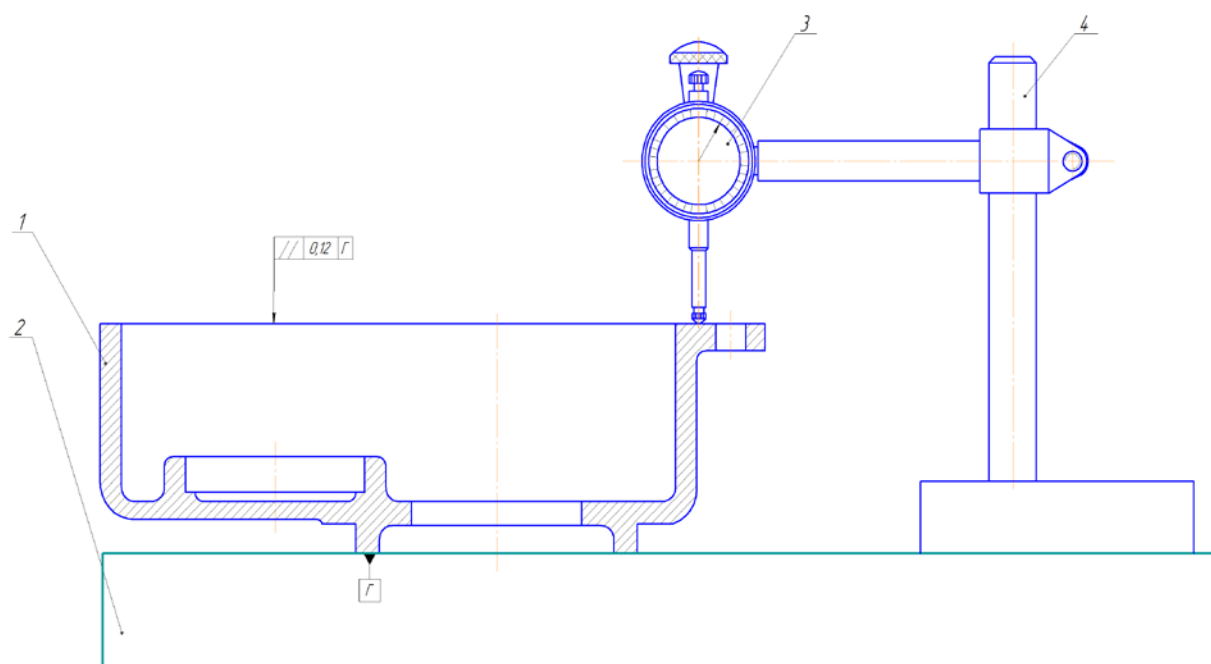


Рисунок 19 - Контрольно-измерительное приспособление

1 - Измеряемая деталь, 2 – плита контрольная, 3 - измерительная головка,
4 – стойка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.736.ПЗ

Лист

52

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В экономической части проекта выполняется расчет капитальных затрат и определяется экономическая эффективность усовершенствованного технологического процесса. Сравнение двух вариантов (базового и проектируемого) технологических процессов осуществляется путем расчета себестоимости работ по каждому из вариантов и определяется условно-годовая экономия.

2.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле:

$$K = K_{об} + K_{прс} \quad (12)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{прс}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.;

т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

Определяем количество технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [12]:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3}, \quad (13)$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа выполнения деталей, шт.;

$N_{год} = 720$ шт. базовый вариант;

$N_{год} = 1800$ шт. проектируемый вариант;

$F_{об}$ – действительный фонд времени работы оборудования;

$k_{ВН}$ – коэффициент выполнения норм времени, $k_{ВН} = 1,02$;

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного

производства, $k_3 = 0,75 \div 0,85$.

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [12]:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (14)$$

где F_n – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

K_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч.}$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_n = 1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2% рабочего времени универсального оборудования и 9% для обрабатывающего центра с ЧПУ.

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (14), составляет:

$$F_{об} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3867 \text{ ч - базовый вариант.}$$

$$F_{об} = 5919 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5386 \text{ ч - проектируемый вариант.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (13).

Данные по расчетам сводим в таблицу 16 по базовому варианту.

$$C_{2620} = \frac{0,58 \cdot 720}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,13 \text{ шт.};$$

$$C_{6P13} = \frac{0,21 \cdot 720}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,05 \text{ шт.};$$

$$C_{2H55} = \frac{0,41 \cdot 720}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,09 \text{ шт.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, согласно раздела 1.3. по формуле (13).

Данные по расчетам сводим в таблицу 17 по проектируемому варианту.

$$C_{MCV-720} = \frac{0,64 \cdot 1800}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,25.$$

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (ш-к)}$) и (C_p), устанавливаем принятое число рабочих мест ($C_{п}$), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [12].

Таблица 16 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
2620	0,58	0,13	1	0,13
6P13	0,21	0,05	1	0,05
2H55	0,41	0,09	1	0,09
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 1,20$	0,27	$\Sigma C_{п} = 3$	

Таблица 17 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
MCV-720	0,64	0,25	1	0,25
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 0,64$	0,25	$\Sigma C_{п} = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 18 по базовому варианту, по проектируемому в таблице 19.

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Расточной	2620	1	11	11	195	19,5	-	214,5
Фрезерный	6P13	1	7,5	7,5	170	17	-	187
Радиально-сверлильный	2H55	1	7,5	7,5	150	15	-	165
Итого		3		26	515	51,5	-	566,5

Таблица 19 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	MCV-720	1	7,5	7,5	4150	-	-	18560	4150
Итого		1		7,5					4150

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 25% составляют $0,25 \cdot 4150 = 1037,5$ т. руб.

Определение капитальных вложений в приспособления

Размер капитальных вложений в приспособления определяем по формуле [12]:

$$K_{прс} = \sum g_p \cdot N_{прс} \cdot Ц_{пр} \cdot K_{осн}, \quad (15)$$

где g_p – расчетное количество оборудования, $g_p = 0,25$ шт.;

$N_{прс}$ – количество приспособлений на единицу оборудования,

$N_{прс} = 2$ шт.;

$Ц_{пр}$ – стоимость приспособления с учетом транспортно-заготовительных расходов, транспортно-заготовительные расходы составляют 2,5%;

$K_{осн}$ – коэффициент занятости технологической оснастки, $K_{осн} = 1$, т.к.

используются только для обработки данного изделия;

$Ц_{прс}$ – стоимость приспособлений, $Ц_{прс1} = 48500$ руб., (спец. приспособление), $Ц_{прс2} = 42800$ руб., (спец. приспособление).

Стоимость приспособления – это стоимость приобретения с учетом транспортно-заготовительных расходов.

Тогда:

$$Ц_{прс} = (48500 + 42800) \cdot 1,025 = 93583,5 \text{ руб.}$$

Рассчитываем размер капитальных вложений в приспособления по формуле (15):

$$K_{прс} = 0,25 \cdot 93,5835 \cdot 1 = 23,4 \text{ т. руб.}$$

$$\text{Итого: } 1037,5 + 23,4 = 1060,9 \text{ т. руб.}$$

2.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из

следующих элементов, согласно формуле [12]:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (16)$$

где $Z_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{\text{э}}$ – зарплата на технологическую энергию, руб.;

$Z_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [12]:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (17)$$

где $Z_{\text{пр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, руб.;

$Z_{\text{н}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_{\text{к}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

$Z_{\text{тр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.

Численность станочников вычисляем по формуле [12]:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}}}, \quad (18)$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$k_{\text{мн}}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,

$k_{\text{мн}} = 1$;

$F_{\text{р}}$ – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего,

$F_{\text{р}} = 1685$ ч.;

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – отпуск очередной, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней.

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1685 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (18). Результаты вычислений сводим в таблицу 20 по проектируемому варианту в таблице 21.

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Расточная	4	115,2	0,58	66,8	0,62
Фрезерная	3	103,1	0,21	21,7	0,22
Сверлильная	3	99,4	0,41	40,8	0,44
Итого				129,3	1,28

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [12]:

$$\text{Ззп} = 129,3 \cdot 720 = 93096 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мн}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_p = 1,15.$$

$$\text{Ззп} = 93096 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 124190,1 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	104,8	0,58	60,8	0,68
Итого				60,8	0,68

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [12]:

$$З_{зп} = 60,8 \cdot 1800 = 109440 \text{ руб.}$$

$$k_{\text{мн}} = 1; k_{\text{доп}} = 1,16; k_p = 1,15.$$

$$З_{зп} = 109440 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 145992,9 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [12]:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (19)$$

где $C_T^{\text{всп}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряду.;

F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$Ч_{\text{всп}}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, руб.

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$k_{\text{доп}} = 1,23;$$

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,2$;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 720$ шт.;

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле [12]:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{H}, \quad (20)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам,
составляет $g_n = 0,27$ шт.;

n – число смен работы оборудования, $n = 2$;

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 10$ шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,27 \cdot 2}{10} = 0,05 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,05 \cdot 0,07 = 0,01 \text{ чел.}$$

По формуле (19) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{86,8 \cdot 1685 \cdot 0,05 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{720} = 15,0 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{73,9 \cdot 1685 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{720} = 2,6 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{75,1 \cdot 1685 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{720} = 2,6 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 22 по проектируемому в таблице 23.

Таблица 22 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	86,8	0,05	15,0
Транспортный рабочий	73,9	0,01	2,6
Контролер	75,1	0,01	2,6
Итого		0,07	20,2

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 20,2 \cdot 720 = 14544 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (17):

$$З_{зп} = 124190,1 + 14544 = 138734,1 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	86,8	0,08	9,6
Транспортный рабочий	73,9	0,01	1,1
Контролер	75,1	0,01	1,1
Итого		0,12	11,8

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 11,8 \cdot 1800 = 21240 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (17):

$$З_{зп} = 145992,9 + 21240 = 167232,9 \text{ руб.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы.

Базовый вариант $138734,1 \cdot 0,3 = 41620,2 \text{ руб.}$

Проектируемый вариант $167232,9 \cdot 0,3 = 50169,9 \text{ руб.}$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [12]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э, \quad (21)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,2 \div 0,4;$$

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства $k_{вр} = 0,7$;

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, $k_{од} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ – при одном двигателе;

k_W – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_W = 1,04 \div 1,08$;

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$;

$Ц_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_э = 3,54$ руб.

Производим расчеты по вариантам по формуле (21):

$$З_э(2620) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,58}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 4,1 \text{ руб.};$$

$$З_э(6P13) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,21}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 1,0 \text{ руб.};$$

$$З_э(2H55) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,41}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 2,0 \text{ руб.};$$

$$З_э(MCV-720) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,64}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 3,1 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 24 по проектируемому варианту в таблицу 25.

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
2620	11	0,58	4,1
6P13	7,5	0,21	1,0
2H55	7,5	0,41	2,0
Итого			7,1

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 7,1 \cdot 720 = 5112 \text{ руб.}$$

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
МСV-720	7,5	0,64	3,1
Итого			3,1

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_3 = 3,1 \cdot 1800 = 5580 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [12]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (22)$$

где $C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [12]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн}}, \quad (23)$$

где $Ц_{об}$ – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амБ} = 12\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 6\%$ - для обрабатывающего центра с ЧПУ;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{об \text{ БАЗ}} = 3867 \text{ ч.}$ и $F_{об \text{ НОВ}} = 5386 \text{ ч.};$

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85$;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$.

Производим расчеты по вариантам по формуле (23):

$$C_{\text{ам}}(2620) = \frac{214500 \cdot 0,12 \cdot 0,58}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 4,4 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(6P13) = \frac{187000 \cdot 0,12 \cdot 0,21}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,4 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(2H55) = \frac{165000 \cdot 0,12 \cdot 0,74}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 2,4 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(\text{MCV-720}) = \frac{4150000 \cdot 0,06 \cdot 0,64}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 34,1 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{\text{рем}}$) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

$$C_{\text{РЕбаз}} = 440 \text{ руб.}, C_{\text{РЕчпу}} = 850 \text{ руб.}$$

Вычисления производим по формуле [12]:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}}, \quad (24)$$

где ΣRe - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (24):

$$C_{\text{рем}}(2620) = \frac{440 \cdot 1}{0,58 \cdot 720} = 1,1 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(6P13) = \frac{440 \cdot 1}{0,21 \cdot 720} = 2,9 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(2H55) = \frac{440 \cdot 1}{0,41 \cdot 720} = 1,5 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(\text{MCV-720}) = \frac{850 \cdot 1}{0,64 \cdot 1800} = 0,7 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования, по базовому варианту заносим в таблицу 26 и по проектируемому в таблицу 27.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 26 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
2620	214,5	1	12	0,93	4,4	1,1
6P13	187,0	1	12	0,25	1,4	2,9
2H55	165,0	1	12	0,76	2,4	1,5
Итого					8,2	5,5

Таблица 27 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемый вариант

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
MSV-720	4150,0	1	6	0,64	34,1	0,7
Итого					34,1	0,7

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (22):

$$З_6 = 8,2 + 5,5 = 13,7 \text{ руб.}$$

$$З_п = 34,1 + 0,7 = 34,8 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии

вычисляем по формуле:

$$З_{и} = \frac{Ц_{и} + \beta_n \cdot Ц_n}{T_{см} \cdot N_{зод} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{и}, \quad (25)$$

где $Ц_{и}$ – цена единицы инструмента, руб.;

β_n - число переточек;

$Ц_n$ – стоимость одной переточки;

$T_{см}$ – период стойкости инструмента;

T_m – машинное время;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 720$.

η_{II} – коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{II} = 0,98$;

В таблице 28 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 28 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер.	Наименование	Т _м , мин	№ опер.	Наименование	Т _м , мин.
005	Фреза торцевая ГОСТ 26595-85	5,9	015	Сверло ГОСТ 10903	8,1
005	Резец токарный ГОСТ 18877-73	9,3	015	Сверло ГОСТ 10903	6,5
005	Сверло ГОСТ 10903	11,6	015	Зенкер ГОСТ 12489-71	4,6
005	Резец расточной ГОСТ 18883-73	4,8	015	Развертка ГОСТ 1672-80	4,4
010	Фреза торцевая ГОСТ 26595-85	12,6	020	Резец расточной ГОСТ 18883-73	3,2

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому тех. процессу (для стандартного инструмента) по формуле (25):

$$Z_{II} = \frac{956,1 + 8 \cdot 77}{60 \cdot 850 \cdot 9} \cdot 18,5 \cdot 0,98 + \frac{855,3 + 9 \cdot 68}{60 \cdot 850 \cdot 10} \cdot 9,3 \cdot 0,98 + \frac{1023 + 6 \cdot 92}{50 \cdot 850 \cdot 7} \cdot 11,6 \cdot 0,98 + \frac{956,6 + 7 \cdot 84}{45 \cdot 850 \cdot 8} \cdot 8,0 \cdot 0,98 + \frac{1106 + 6 \cdot 88}{50 \cdot 850 \cdot 7} \cdot 8,1 \cdot 0,98 + \frac{15632 + 0 \cdot 0}{189 \cdot 850} \cdot 6,5 \cdot 0,98 + \frac{535 + 11 \cdot 81}{39 \cdot 850 \cdot 12} \cdot 4,6 \cdot 0,98 + \frac{1180 + 6 \cdot 92}{31 \cdot 850 \cdot 7} \cdot 4,4 \cdot 0,98 = 97,3 \text{ руб.}$$

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [12]:

$$Z_{эи} = (C_{пл} \cdot n + (C_{корп} + k_{компл} \cdot C_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{ст} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1},$$

где $Z_{эи}$ – затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$C_{пл}$ – цена сменной многогранной пластины, руб.;

n – количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{корп}$ – цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

$k_{\text{компл}}$ – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{\text{компл}}=5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

$C_{\text{компл}}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), руб.;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

N – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

(для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

В таблицу 29 внесем параметры инструмента.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 29 – Параметры прогрессивного инструмента

Операц ия	Инструмент	Машин- ное время, мин	Цена единицы инстру- мента, руб.	Суммар- ный период стойкости ин-та, мин	Кoeffи- циент убыли	Итого затраты, руб.
005	Фреза торцевая R220.53-0080-09- 5C СМП SEEX 09T3AFN-E04 H15	0,29	12563 485	240	0,90	4,1
	Фреза JS554250R310Z4.0 -SIRON-A	0,12	82526	185	0,90	2,7
	Головка A750 30 СМП CCGT 09T308F-AL KX	0,38	14256 480	230	0,90	4,3
	Сверло SD203- 11.0-33-12R1	0,06	2963	185	0,90	1,8
	Сверло SD203-7.0- 25-8R1	0,11	3126	195	0,90	2,2
	Сверло SD203-5.8- 21-6R1	0,06	2765	135	0,90	1,2
	Развертка NF06- 6H8-EB45-RX2000	0,07	4256	124	0,90	1,3
Итого						17,6

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле [12]:

$$З_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (26)$$

где g_p – принятое количество оборудования, $g_p = 3$ шт. – базовый вариант, $g_p = 1$ шт. - проектируемый;

$H_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, ($H_{\text{прс}} = 1$);

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, ($C_{\text{прс} 1} = 15563$ руб., $C_{\text{прс} 2} = 17300$ руб., $C_{\text{прс} 3} = 19631$ руб.).

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}}$ - норма амортизационных отчислений на приспособления,

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}} = 66\%$;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей

Производим расчет затрат на оснастку по базовому тех. процессу

$$Z_{\text{осн}} = \frac{3 \cdot 1 \cdot (15563 + 17300 + 19631) \cdot 66}{720 \cdot 100} = 144,3 \text{ руб.}$$

Затраты на оснастку по проектируемому тех. процессу

$$Z_{\text{осн}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot (15563 + 19631) \cdot 66}{1800 \cdot 100} = 19,2 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 30.

Таблица 30 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	250,5	120,8
Затраты на технологическую электроэнергию	7,1	3,1
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	13,7	34,8
Затраты на эксплуатацию оснастки	144,3	19,2
Затраты на инструмент	97,3	17,6
Итого	512,9	195,5

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \cdot N_{\text{год}},$$

где $C_{\text{б}}$, $C_{\text{пр}}$ – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (512,9 - 195,5) \cdot 1800 = 571320 \text{ руб.}$$

Анализ уровня технологии производства

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% ,$$

(27)

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (27) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(2620) = \frac{0,58}{1,2} \cdot 100\% = 48,3\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(6P13) = \frac{0,21}{1,2} \cdot 100\% = 17,5\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2H55) = \frac{0,76}{1,2} \cdot 100\% = 34,2\%;$$

По проектируемому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(\text{MCV-720}) = \frac{0,64}{0,64} \cdot 100\% = 100\%.$$

Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле [12]:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (28)$$

где $g_{\text{пр}}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{\text{пр}}=1$ шт.;

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g=1$ шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программных операциях:

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t},$$

где F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$\kappa_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе:

$$B_{пр.} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{38,4} = 3159,4 \text{ шт/чел.год}$$

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_б = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{72} = 1685 \text{ шт/чел.год}$$

Рост производительности труда: $\Delta B = \frac{B_{пр} - B_б}{B_б} \cdot 100\%$,

где $B_{пр}$, $B_б$ – производительность труда соответственно проектируемого и

базового вариантов. $\Delta B = \frac{3159,4 - 1685}{1685} \cdot 100\% = 87,5\%$

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 2,5 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обуславливает увеличение объема выпуска продукции с 720 шт. до 1800 шт. в год, что при неизменных материальных и трудовых затратах также ведет к снижению себестоимости продукции.

В таблице 31 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 31 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	720	1800	+1080
Количество видов оборудования	шт.	3	1	-2
Количество рабочих	чел.	2	1	-1
Сумма инвестиций	т. руб.		1060,9	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	1,20	0,64	-0,56
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	435,1	176,3	-258,8
- затраты на инструмент		97,3	17,6	-79,7
- заработная плата рабочих		250,5	120,8	-129,7
Доля прогрессивного оборудования	%	0	100	100
Производительность труда	шт/чел. год	1685	3159,4	+1474,4
Рост производительности труда	%	100	187,5	+87,5
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,09	0,25	+0,16
Годовой экономический эффект	тыс. руб.		571,32	
Срок окупаемости	года		1,9	

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус мотора», снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования, был получен годовой экономический эффект в размере 571,32 т. руб. и срок окупаемости проекта 1,9 года.

3. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Обоснование переподготовки операторов станков с ЧПУ из токаря.

Цели и задачи переподготовки

В настоящее время предприятие ПО «Балхашцветмет» Ремонтно-механический завод, переходит на новую технологию, предусмотрено внедрение в производство нового технологического оборудования с высокими технико-экономическими показателями, большой производительностью, высокой степенью автоматизации технологических процессов и быстрой переналадкой оборудования на широкий спектр выпускаемой продукции.

Значительный износ материальной базы машиностроительных подразделений «Корпорации Казахмыс» требовал принятия безотлагательных мер по ее модернизации замене и ремонту. Сегодня машиностроительные предприятия все сильнее ощущают возросшую конкуренцию со стороны своих западных коллег. Чтобы оставаться конкурентоспособными проводится модернизация производственной базы. Станочный парк пополняется оборудованием из Германии, Италии, Чехии, Нидерландов, Японии, станки оснащаются различными системами ЧПУ: Siemens, Fanuc, Hedenhain. Соответственно все выше становятся требования к рабочему и инженерно-техническому персоналу.

В базовом технологическом процессе на станках работали станочники, уровень квалификации которых сегодня недостаточен для работы на современном металлообрабатывающем оборудовании с ЧПУ. В связи с этим считается целесообразным проведение переподготовки токарей на операторов станков с ЧПУ.

Прохождение курсов переподготовки даёт возможность рабочим сохранить рабочие места, а заводу, не потерять время на поиск новых сотрудников. За счёт нового оборудования предприятие повысит качество выпускаемой продукции, снизит её себестоимость, а значит, увеличит

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конкурентоспособность продукции на рынке товаров.

Цель разработки методической части: разработать учебную программу для переподготовки токарей на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда и разработать занятие теоретического обучения для данной переподготовки.

Цель разработки определяет ее следующие задачи:

1. Описать условия организации и поведения учебного процесса на базе Центра подготовки и переподготовки кадров ПО «Балхашцветмет»
2. Провести сравнительный анализ профессионального стандарта, ориентированного на подготовку рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне третьего разряда.
3. Разработать учебно-тематический план переподготовки токарей на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне третьего разряда.
4. Выбрать тему и разработать по теме перспективно-тематический план.
5. Выбрать занятие и разработать план занятия, план-конспект и методическое обеспечение к учебному занятию.

Описание условий в центре переподготовки персонала и возможностей этой организации

Деятельность Центра подготовки и переподготовки кадров (ЦП и ПК) направлена на обучение персонала подразделений требованиям промышленной безопасности, охраны труда, обучение допуску к опасным видам работ, подготовка и переаттестация по второй профессии – стропальщик, машинист крана, электросварщик, операторов станков с ЧПУ и других профессий.

С момента реорганизации, которая проводилась в апреле 2010 года сфера деятельности ЦП и ПК существенно расширилась. И если в 2010 году

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обучение велось по 4 направлениям, то на сегодняшний день уже по 28 видам обучения. В связи с этим увеличился и состав преподавателей. А в течении 2014-2015 года весь преподавательский состав Центра прошел обучение на курсах повышения квалификации в Центре «Охраны труда и Промышленной безопасности» в г. Астана, были сданы экзамены и получены сертификаты на право подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов ТОО «Корпорация Казахмыс». Что дало возможность зарегистрировать ЦП и ПК в Госреестре Карагандинской области, на право проведения обучения и подготовки специалистов по данным видам деятельности. При обучении в ЦП и ПК используется интерактивное обучение. Лекционный материал для слушателей постоянно дополняется последними изменениями в технических и технологических производственных процессах предприятий и в законодательной базе Республики Казахстан.

Чтобы обеспечить квалифицированными кадрами предприятиях «Корпорации Казахмыс», необходимо внедрение в учебный процесс на всех уровнях профессионального образования специального учебного оборудования, позволяющего моделировать производственные условия и тем самым ускоряющего обучение и повышающего его качество. Не менее важно использование современных учебно-методических материалов, предназначенных как для учащихся, так и для преподавателей.

Анализ требований Профессионального стандарта

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 3-ий разряд

В настоящее время в Республике Казахстан признается Профессиональный стандарт по программе подготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с числовым программным управлением (Приказ Министерства Образования Республики Казахстан от 18.11.14 №382), согласно которому оператор-наладчик должен иметь:

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

-образование и обучение - Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)

-опыт практической работы - Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Для переобучения Станочников на Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда в учебном центре предприятия выберем обобщенную трудовую функцию - Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности.

Данная трудовая функция, согласно Стандарта имеет код В/01.3 и принадлежит третьему уровню квалификации.

Выделим трудовую функцию - Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам.

Выделим трудовые действия по трудовой функции - Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам:

Обработка отверстий в деталях по 7–8 квалитетам

Обработка поверхностей деталей по 7–8 квалитетам.

Необходимые умения, которыми должен обладать Оператор-наладчик обрабатывающих центров с чпу 3-го разряда:

Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документацией станка и инструкции по наладке;

Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции;

Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Необходимые знания:

Сведения о наладке обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 7–8 квалитетам

Указанные выше знания и умения формируются следующими дисциплинами:

Машиностроительное черчение

Допуски и технические измерения

Электротехника

Материаловедение

Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы

Технологический процесс обработки деталей на станках с ПУ

Основы программирования станков с ЧПУ

Оборудование рабочего места оператора станков с ЧПУ, обслуживание и настройка станков с программным управлением

Далее проанализируем учебный план повышения квалификации Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в Центре подготовки и переподготовки кадров ПО «Балхашцветмет».

Анализ учебного плана повышения квалификации Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ

Учебный план повышения квалификации состоит из теоретической части и производственного обучения, представлен в таблице 32.

На теоретическое обучение учебным планом предусмотрено 154 часов обучения. На производственное обучение – 216 часов.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 32 - Учебный план повышения квалификации рабочих по профессии
«Оператор станков с программным управлением» на 3-й разряд

№ п/п	Курсы, предметы	Количество часов
1.	Теоретическое обучение	154
	1. Гигиена труда, промышленная санитария и профилактика травматизма	4
	2. Охрана труда, электробезопасность и пожарная безопасность на предприятии	6
	3. Машиностроительное черчение	10
	4. Допуски и технические измерения	12
	5. Электротехника	6
	6. Материаловедение	8
	7. Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы	24
	8. Технологический процесс обработки деталей на станках с ПУ	44
	9. Основы программирования станков с ЧПУ	20
	10. Оборудование рабочего места оператора станков с ЧПУ, обслуживание и настройка станков с программным управлением	20
II.	Производственное обучение	220
	Консультации	8
	Квалификационный экзамен	8
Итого:		390

Для дальнейшей разработки выберем дисциплину «Основы программирования станков с ЧПУ» и проведем ее методический анализ.

Анализ содержания дисциплины «Основы программирования станков с ЧПУ» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса

Приведем содержание дисциплины «Основы программирования станков с ЧПУ»: Основы числового программного управления. Основы металлообработки. Введение в программирование обработки. Станочная система координат. Структура управляющей программы. Базовые G-коды и

М-коды. Постоянные циклы станка с ЧПУ. Автоматическая коррекция радиуса инструмента. Основы эффективного программирования. Управление станком с ЧПУ.

На дисциплину отведено 20 часов, т.е. 10 уроков теоретического обучения по 2 часа каждый.

Урок 1. Основы числового программного управления.

Урок 2. Введение в программирование обработки.

Урок 3. Станочная система координат.

Урок 4. Структура управляющей программы.

Урок 5. Базовые G-коды.

Урок 6. Базовые М-коды.

Урок 7. Постоянные циклы станка с ЧПУ.

Урок 8. Автоматическая коррекция радиуса инструмента. Основы эффективного программирования.

Урок 9. Разработка управляющих программ.

Урок 10. Управление станком с ЧПУ.

Рассмотренная дисциплина ориентирована на формирование знаний о числовом программном управлении станками с ЧПУ, формировании умений разрабатывать управляющие программы для обработки деталей.

Далее разработаем фрагмент перспективно-тематического плана изучения данной дисциплины.

Цель перспективно-тематического планирования:

1. Определить систему работы преподавателя и обучаемых, обеспечив ее целенаправленность и педагогически целесообразное и экономное использование учебного времени для решения важнейших учебно-воспитательных задач;
2. Разработать систему занятий с эффективной реализацией принципов дидактики;
3. Выстроить научно обоснованную систему методов теории

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

развивающего обучения;

4. Разработать систему наглядных пособий, средств и форм организации познавательной деятельности студентов;

5. Наметить оптимальные пути реализации основных функций учебно-воспитательного процесса - обучающей, развивающей, воспитывающей.

Проектирование учебного процесса осуществляется путем комбинации различных возможных сочетаний всех компонентов обучения, анализа этих комбинаций и дальнейшего выбора, с его точки зрения, наиболее оптимального варианта. Оптимизация предполагает, что образовательные, воспитательные и развивающие цели обучения достигаются при минимальных затратах времени и усилий как учащихся, так и педагога. Минимизация затрат возможна при правильном соотношении компонентов обучения.

Для гарантии качества педагогического проекта необходимо руководствоваться некоторыми правилами. Основное правило – проект должен обеспечивать взаимосвязь всех компонентов учебного процесса. Педагог профессионального обучения, опираясь на общие цели подготовки рабочих (служащих), вытекающие из профессиональной характеристики, и опираясь на цели изучения всего предмета, определяет цели конкретного занятия. При этом, естественно, учитывается и специфика содержания учебного предмета. Фактически, задавая образовательные цели, педагог одновременно устанавливает и уровни изучения и усвоения учебного материала.

На основе установленных целей обучения выбирают организационные формы и методы обучения. Так, например:

- при выборе организационных форм обучения. Общее знакомство с полным технологическим циклом производства можно проводить в форме экскурсии на предприятие. Умение проводить расчеты целесообразно формировать на уроках закрепления и совершенствования знаний и умений.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- при выборе методов обучения. Для обеспечения ознакомительного уровня не следует прибегать к проблемным методам, достаточно остановиться на объяснительно-иллюстративном методе организации познавательной деятельности учащихся. В тоже время, уровень умений достигается с помощью продуктивных методов организации познавательной деятельности. Кроме способа организации познавательной деятельности учащихся важно определить источник знаний и умений. Очевидно, что научить учащихся расчетам расхода материалов на изготовление единицы продукции можно только методом упражнений, так как объяснение и показ не позволят достигнуть уровня умений, ограничивая усвоение только уровнем репродукции полученных знаний.

В ходе педагогического проектирования педагог выявляет межпредметные и внутрипредметные связи, отбирает домашнее задание для каждого занятия, а также разрабатывает некоторые другие элементы учебного процесса.

Результаты педагогического проектирования должны быть зафиксированы. Наиболее удобной формой представления проекта является перспективно-тематический план (ПТП).

Перспективно-тематический план дисциплины «Основы программирования станков с ЧПУ» (фрагмент) представлен в таблице 33

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 33 – Перспективно-тематический план

№ урока	Тема урока	Учебная цель	Методы обучения	Организационная форма
1	2	3	4	5
1.	Основы числового программного управления.	Образовательная: познакомиться с основами числового программного управления. Воспитательная: воспитать сознательное отношение к учебе, аккуратность, усидчивость. Развивающая: развивать внимание, память	рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации	Урок усвоения новых знаний
2.		Образовательная: -дать представление о программировании обработки Воспитательная: воспитать дисциплину, интерес к предмету. Развивающая: развивать внимание, память, умение систематизировать факты	рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации	Урок усвоения новых знаний
3	Станочная система координат.	Образовательная: -изучить станочную систему координат Воспитательная: воспитать дисциплину, интерес к предмету. Развивающая: развивать внимание, память, умение систематизировать факты	рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации, заполнение листов рабочей тетради.	комбинированный
4	Структура управляющей программы.	Образовательная: -познакомиться со структурой управляющей программы. - научиться составлять управляющую программу обработки детали Воспитательная: воспитать сознательное отношение к учебе, аккуратность, усидчивость. Развивающая: развивать внимание, память	рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации	Урок усвоения новых знаний

Окончание таблицы 33

5	Базовые G-коды.	Образовательная: - сформировать знания о базовых G-коды. - научиться составлять управляющую программу обработки детали с применением G-кодов. Воспитательная: воспитать сознательное отношение к учебе, аккуратность, усидчивость. Развивающая: развивать внимание, память	рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации, самостоятельное заполнение листов рабочей тетради.	комбинированный
6	Базовые M-коды.	Образовательная: - сформировать знания о базовых M-коды. - научиться составлять управляющую программу обработки детали с применением M-кодов. Воспитательная: воспитать сознательное отношение к учебе, аккуратность, усидчивость. Развивающая: развивать внимание, память	рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации, самостоятельное заполнение листов рабочей тетради.	комбинированный
7	Постоянные циклы станка с ЧПУ.	Образовательная: - сформировать знания о постоянных циклах станка с ЧПУ Воспитательная: воспитать сознательное отношение к учебе, аккуратность, усидчивость. Развивающая: развивать внимание, память	рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации, самостоятельное заполнение листов рабочей тетради.	комбинированный

Задачей методической части дипломного проекта является разработка методики проведения занятия теоретического обучения для подготовки Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда. Для данного проекта это будет переобучение токаря на Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда.

В дипломном проекте разработанный технологический процесс

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

предусматривает применение обрабатывающий центр с ЧПУ модели DANLİN MCV-720, на котором обрабатывается деталь «Корпус мотора». Для обработки детали на обрабатывающем центре с ЧПУ необходимы знания о программировании станков с ЧПУ, поэтому из перспективно-тематического плана выберем урок «Базовые G-коды». На этот урок отводится 2 часа.

Разработка плана учебного занятия по теме «Базовые G-коды»

Тема урока «Базовые G-коды»

Цели урока.

Обучающая:

- сформировать знания о базовых G-кодах

Воспитательная: воспитать сознательное отношение к учебе, аккуратность, усидчивость.

Развивающая: развивать внимание, память

Тип урока - комбинированный

Методы обучения - рассказ, беседа, объяснение, демонстрация презентации, заполнение листов рабочей тетради.

Средства обучения - учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды, контролирующие листы рабочей тетради

Время, отведенное на урок: 2 академических часа

Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке представлена в таблице 34.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Таблица 34 - Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке

№ эта- па	Наименование этапа урока	Время этапа урока (мин)	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1	Организационная часть	5	- приветствие - проверка присутствующих и внешнего вида учащихся - сообщение темы и цели урока	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключе- ке. Слушают, записывают тему урока.
2	Мотивация	5	Рассказывает о важности темы Напоминает о рейтинге	Слушают
3	Актуализация опорных знаний учащихся	10	Опрос учащихся в форме беседы. Задаёт вопросы, комментирует, поправляет, если требуется, оценивает ответы.	Вспоминают материал предыдущего урока, отвечают на вопросы преподавателя, слушают, дополняют друг друга.
4	Объяснение нового учебного материала	50	Преподаватель рассказывает новый материал, демонстрирует слайды по ходу рассказа, комментирует, наблюдает как учащиеся воспринимают новый материал. В процессе изложения преподаватель периодически проходит между рядами, смотрит, как конспектируют учащиеся материал, заинтересованы ли они.	Слушают, воспринимают и осмысливают новый материал. Изучают информацию на слайдах. Конспектируют новый материал.
5	Закрепление новых знаний	15	Раздает контролирующие листы рабочих тетрадей. Объясняет, как с ними работать. Проходит по рядам, наблюдает, как учащиеся выполняют задания, судит об уровне усвоения нового материала	Вспоминают новый материал, заполняют листы рабочей тетради.
6	Домашнее задание	5	Повторить пройденный материал.	Записывают в тетрадь.

Актуализация опорных знаний учащихся

Вопросы:

1. Что такое управляющая программа?
2. Какое различие между командой и кадром управляющей программы?
3. В чем различие технологической и геометрической информации?
4. В каких случаях в кадре можно не указывать технологические команды?
5. Какой буквой обозначается основная (подготовительная) команда?
6. Какой буквой обозначаются вспомогательные (технологические) команды?

Конспект изложения нового материала

Современные системы ЧПУ понимают более сотни различных команд, однако в своей повседневной работе используется лишь ограниченный, довольно узкий набор G- и M-кодов. Этому есть простое объяснение. Дело в том, что основная задача УП заключается в перемещении инструмента по заданным координатам. Для реализации таких перемещений нужно воспользоваться всего несколькими кодами, которые можно смело назвать базовыми. На этом уроке вы подробно ознакомитесь с базовыми G-кодами, которые понимают практически все станки с ЧПУ. Для большей наглядности все программные примеры снабжены рисунками и схемами. Обратите внимание на графический символ, обозначающий нулевую точку.

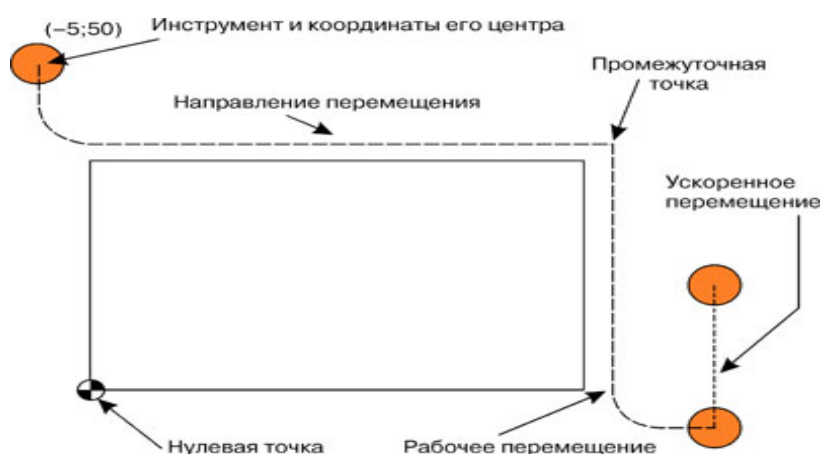


Рис. 20. Условные обозначения на рисунках

Ускоренное перемещение – G00

Код G00 используется для ускоренного перемещения. Ускоренное перемещение, или позиционирование, необходимо для быстрого перемещения инструмента к позиции обработки или безопасной позиции. Ускоренное перемещение никогда не используется для выполнения обработки, так как скорость движения инструмента слишком высока и непостоянна. Применение кода G00 позволяет существенно снизить общее время обработки.

На рис. 21 показана фреза, которая перемещается из некоторой безопасной позиции к заготовке для обработки паза. Вы уже знаете, что для фрезерования паза сначала нужно подвести фрезу максимально близко к поверхности заготовки, а затем осуществить вертикальное врезание в материал на нужную глубину. Для экономии времени на выполнение холостых ходов в программе обработке мы должны указать координаты точки у поверхности заготовки, в которую инструмент должен переместиться максимально быстро. Непосредственное врезание инструмента в материал заготовки осуществляется со скоростью рабочей подачи и при помощи другого кода.

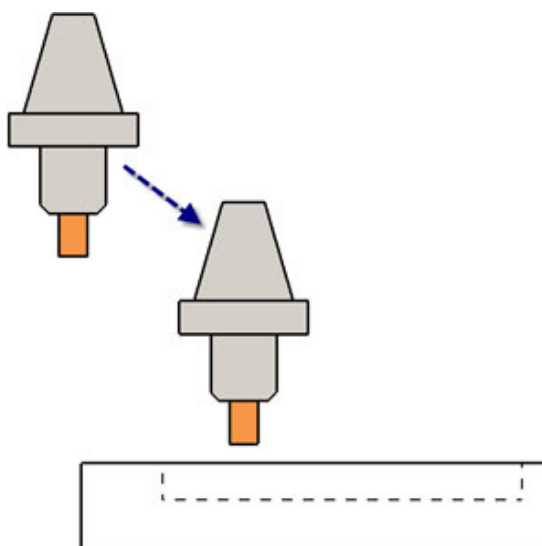


Рис. 21. Ускоренное перемещение G00

Для выполнения ускоренного перемещения достаточно указать в кадре код G00 и координаты требуемой позиции. Условно кадр ускоренного перемещения выглядит так:

G00 Xn.n Yn.n Zn.n

Посмотрим, как будет перемещаться инструмент из точки с координатами (0;0) в данном фрагменте УП:

```
...
N05 G00 X10.0 Y20.0
N10 X40.0
N15 Y0.0
...
```

Кадр N05 обеспечивает ускоренное перемещение инструмента в точку с координатами (10;20). Следующий кадр выполняет позиционирование в точку (40;20). Кадр N15 перемещает инструмент в точку (40;0). Так как G00 является модальным кодом, то нет никакой необходимости указывать его еще раз в кадрах N10 и N15, рис. 22.

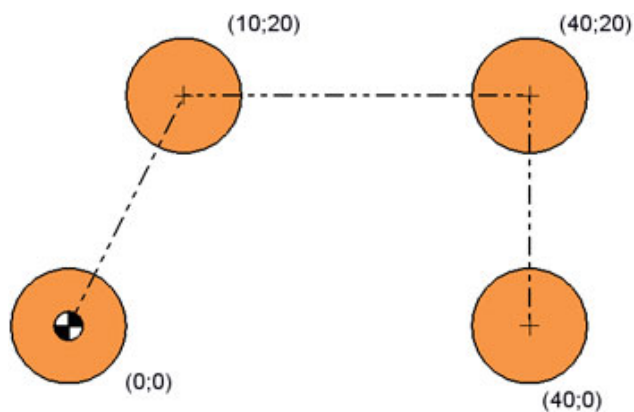


Рис. 22. Ускоренные перемещения инструмента

Всегда необходимо оставлять небольшое расстояние между поверхностью заготовки и точкой, в которую должен быть перемещен инструмент при помощи кода G00. Если это расстояние будет близким к нулю, то возникает опасность столкновения инструмента с заготовкой так

как размеры заготовки или инструмента могут оказаться немного большими, чем вы ожидаете. Обычно безопасное расстояние находится в пределах от 0.5 до 5 мм.

При ускоренном подводе инструмента к детали по трем осям сначала лучше выполнить позиционирование по осям X и Y, а уже затем по Z. При отводе инструмента – обратный порядок перемещений. В любом случае, рекомендуется разделять ускоренное перемещение на два кадра – на позиционирование по X, Y в одном кадре и по оси Z в другом. Дело в том, что при позиционировании с кодом G00 по трем осям одновременно траектория движения инструмента может не являться прямой линией. СЧПУ отдает команду двигателям на перемещение колонны или рабочего стола на максимальной скорости в указанную координату. Как только достигается требуемая координата по одной из осей, то ускоренное перемещение по этой оси прекращается, хотя перемещение по другим осям все еще может происходить. Так как расстояния перемещения по трем осям различны, то траектория перемещения может выглядеть как ломаная линия. Результатом такого перемещения может стать неожиданное столкновение инструмента с крепежными элементами и приспособлениями.

Сравните два фрагмента УП:

...	...
N10 G00 X100.0	N10 G00 X100.0
Y200.0 Z0.5	Y200.0
...	N20 Z0.5
	...

Во втором фрагменте ускоренное перемещение разбито на два кадра: сначала инструмент быстро перемещается в точку (100;200), а уже после

опускается по оси Z. Этот вариант является более предпочтительным, так как основное позиционирование осуществляется по осям X и Y далеко от заготовки и приспособления, тогда как в первом случае существует вероятность столкновения инструмента с деталью.

При работе с ускоренными перемещениями нужно проявлять повышенную внимательность. Современные станки с ЧПУ в этом режиме могут иметь скорость 30 метров в минуту и более. Скорее всего, оператор станка просто не успеет среагировать на неправильное перемещение на такой скорости, и может произойти серьезное столкновение. Опытный работник старается не допускать ускоренных перемещений инструмента ниже поверхности заготовки и всегда проверяет кадры, содержащие код G00.

Линейная интерполяция – G01

Код G01 предназначен для выполнения линейной интерполяции, или, говоря простым языком, для перемещения инструмента по прямой линии с заданной скоростью. Условно кадр для линейной интерполяции записывается следующим образом:

G01 Xn.n Yn.n Zn.n F n.n

Как видите, в этом кадре появилось слово данных F. Основное отличие кода G01 от G00 заключается в том, что при линейной интерполяции инструмент перемещается с заданной скоростью (скоростью рабочей подачи), при которой возможна механическая обработка материала. При этом СЧПУ поддерживает прямолинейное перемещение даже по трем осям одновременно.

N10 G01 X10.0 Y30.0 F100

N20 X40.0 Y40.0 Z40.0

В кадре N10 инструмент перемещается в точку (10;30) со скоростью 100 миллиметров в минуту. Следующий кадр выполняет линейное перемещение в точку (40;40;40). Так как код G01 является модальным, то его не нужно указывать еще раз в кадре N20. То же самое относится и к скорости

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

подачи F. Если в кадре N10 указана скорость F100, то она остается неизменной, пока не будет запрограммировано новое значение F. Линейная интерполяция используется не только для обработки в плоскости X–Y, но и для вертикального врезания в материал заготовки,

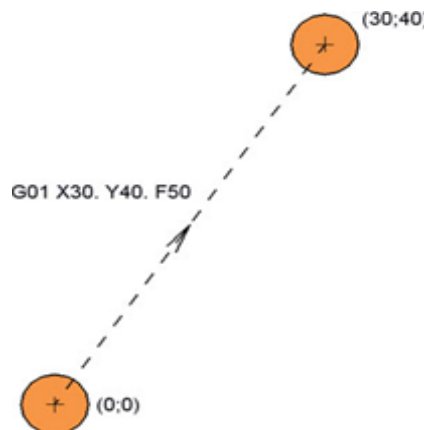


Рис. 23. Перемещение инструмента в точку (30; 40) со скоростью рабочей подачи 50 мм/мин
Круговая интерполяция – G02 и G03

Если обработку по прямой линии несложно производить и на простом станке с ручным управлением, то перемещение инструмента по дуге точнее и проще выполнять на станке с ЧПУ.

Коды G02 и G03 предназначены для выполнения круговой интерполяции. Код G02 используется для перемещения по дуге по часовой стрелке, а G03 – против часовой стрелки. Направление перемещения определяется, когда мы смотрим на инструмент со стороны шпинделя, в отрицательном направлении оси Z. Как и при выполнении линейной интерполяции, в кадре круговой интерполяции необходимо указать скорость рабочей подачи F.

Существуют два способа для формирования кадра круговой интерполяции. Сравните структуру следующих кадров:

G02 Xn.n Yn.n Zn.n In.n Jn.n Kn.n Fn.n.	G02 Xn.n Yn.n Zn.n Rn.n Fn.n.
---	-------------------------------

В первом варианте для выполнения кругового перемещения указывают: код G02 (G03); координаты конечной точки дуги; I, J, K – слова данных и

скорость рабочей подачи. А во втором варианте вместо I, J, K указывают R. Выбор варианта записи кадра кругового перемещения зависит от возможностей ЧПУ. Большинство современных станков с ЧПУ поддерживают оба варианта записи.

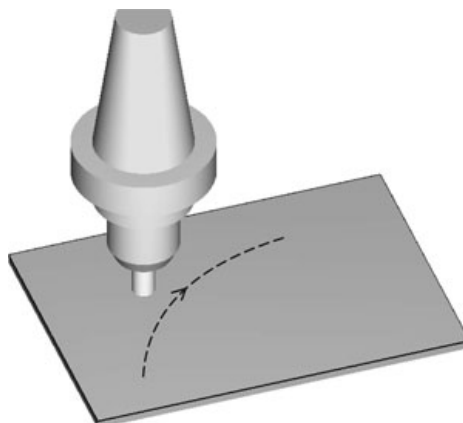


Рис. 24. Направление перемещения по дуге можно определить, если посмотреть на заготовку со стороны инструмента. В данном случае фреза перемещается по часовой стрелке, значит, используем код G02

В кадре с кодом круговой интерполяции необходимо указать координаты конечной точки перемещения (дуги). Если, кроме X и Y, в кадре находится Z-слово данных, то это значит, что производится винтовая интерполяция. Винтовая интерполяция, которая поддерживается не всеми системами ЧПУ, позволяет выполнять фрезерование резьбы и обеспечивает плавное винтовое врезание инструмента в материал заготовки.

Дуга с I, J, K

Для полного описания дуги недостаточно задать только координаты ее конечной точки. Необходимо также указать радиус и координаты центра.

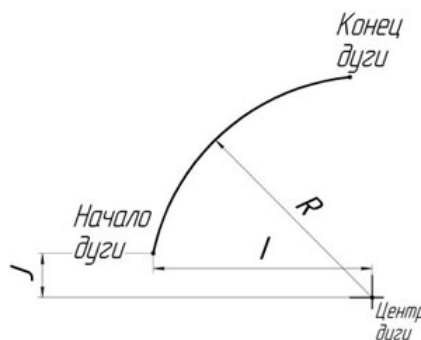


Рис.24. Адреса I, J, K используются для определения центра дуги

При помощи I, J и K вы указываете относительные (инкрементальные) расстояния от начальной точки дуги до ее центра. Слово данных с I относится к оси X, слово данных с J – к оси Y, а слово данных с K – к оси Z. При этом в зависимости от расположения дуги значения могут быть положительными или отрицательными.

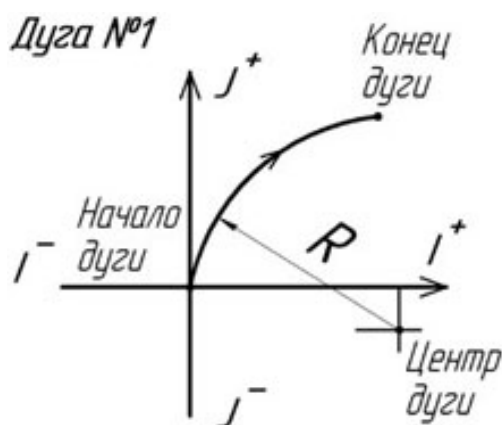


Рис. 25. Для описания дуги № 1 необходимо указать положительное значение для I и отрицательное для J

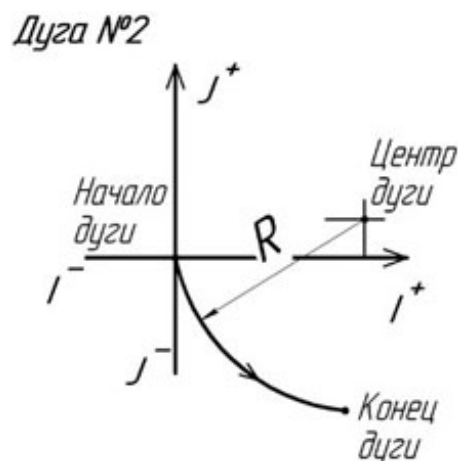


Рис. 26. Для описания дуги № 2 необходимо указать положительное значение для I и положительное для J

Более простой способ задания центра дуги основан на применении адреса R (радиуса). Если стойка с ЧПУ поддерживает такой формат для круговой интерполяции, то СЧПУ самостоятельно производит необходимые расчеты для определения координат центра дуги. Многие СЧПУ при работе с R требуют, чтобы окружность была разбита на несколько сегментов.

Для однозначного определения формы дуги нужно указывать соответствующий знак перед числовым значением радиуса R. Для дуги, которая больше 180°, значение R будет отрицательным. Для дуги, которая меньше 180°, значение R будет положительным.

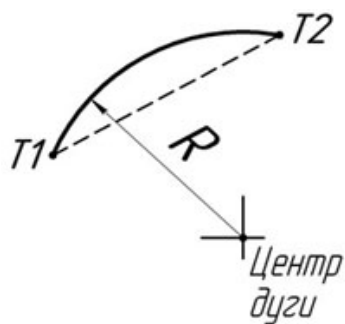


Рис. 27. Так как дуга меньше 180° (ее центр расположен снаружи хорды), то R будет иметь положительное значение

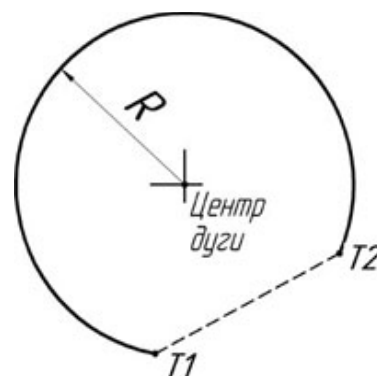


Рис. 28. Так как дуга больше 180° (ее центр расположен внутри хорды), то R будет иметь отрицательное значение

Использование G02 и G03

Давайте разберемся, как работает круговая интерполяция, на примере. Приведенный ниже фрагмент управляющей программы перемещает инструмент по дуге с радиусом 3 мм из точки А (0;0) в точку В (3;3) со скоростью рабочей подачи 100 мм/мин.

N10 G02 X3.0 Y3.0 I3.0 J0.0 F100

Так как центр дуги находится на расстоянии 3 мм по оси X и 0 мм по оси Y относительно начальной точки А, то I будет равно 3.0, а J равно 0. Полученная дуга составляет всего четверть от полной окружности, рис. 29. Попробуем описать всю окружность постепенно. Следующий кадр перемещает инструмент из точки В (В1) в точку В2. Так как скорость рабочей подачи не изменяется, то нет необходимости повторно указывать F-слово данных.

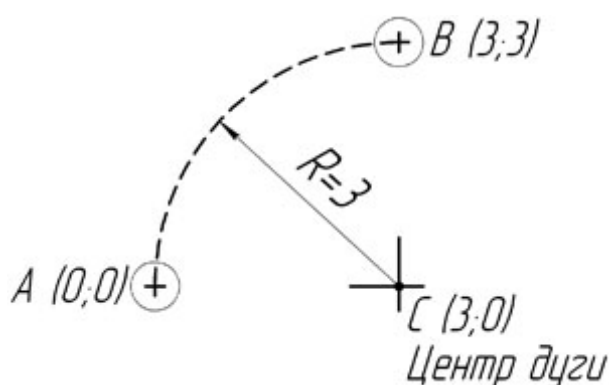


Рис.29. Перемещение по дуге с R3 из точки А (0;0) в точку В (3;3)

Так как центр дуги находится на расстоянии 3 мм по оси X и 0 мм по оси Y относительно начальной точки A, то I будет равно 3.0, а J равно 0. Полученная дуга составляет всего четверть от полной окружности. Попробуем описать всю окружность постепенно. Следующий кадр перемещает инструмент из точки B1 в точку B2. Так как скорость рабочей подачи не изменяется, то нет необходимости повторно указывать F-слово данных.

Так как центр дуги находится на расстоянии 0 мм по оси X и 3 мм по оси Y относительно точки B, то I будет равно 0, а J равно -3. Таким образом, нам удалось создать перемещение по дуге из точки A в точку B2 при помощи двух кадров. Этот пример не случаен. Дело в том, что многие станки требуют именно такого разбиения окружности. То есть для описания полной окружности может потребоваться до четырех кадров.

В настоящее время большинство систем ЧПУ позволяют выполнить операцию по описанию полной окружности за два или даже за один кадр. Поэтому перемещение из точки A в точку C можно записать следующим образом:

N05 G02 X6.0 Y0.0 I3.0 J0.0

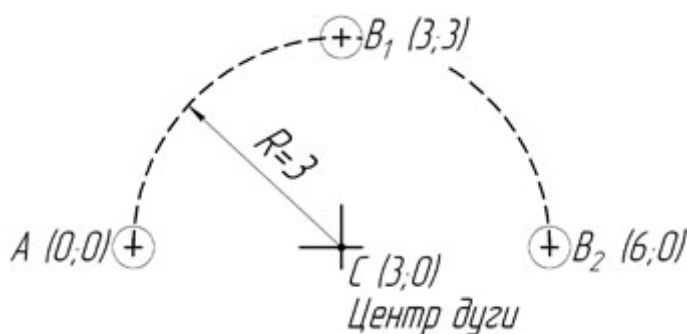


Рис. 30. Современные системы ЧПУ допускают описание подобной дуги в одном кадре

А для полной окружности с радиусом 3 мм и центром в точке с координатами (0; 0) справедливым будет следующий кадр:

N15 G02 X-3.0 Y0.0 I3.0 J0.0

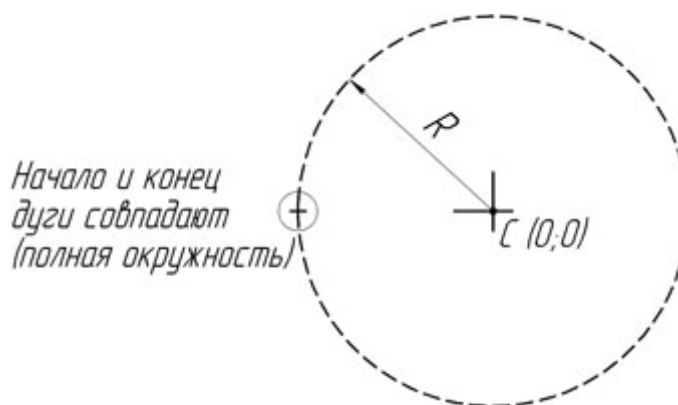


Рис. 30. Описание полной окружности в одном кадре также возможно

Дуги такого типа несложно описать математически. Однако если начальная и конечная точки дуги образуют некоторый сложный угол или эти точки находятся в разных квадрантах, то для нахождения значений I, J, K требуются определенные тригонометрические вычисления (рис. 31). При этом необходимо, чтобы расчеты были достаточно точными, иначе СЧПУ может выдать сообщение о невозможности построения дуги.

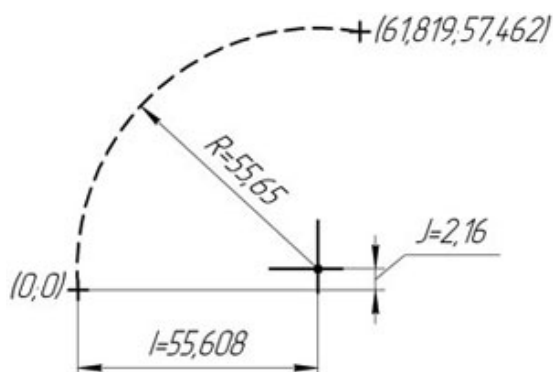


Рис. 31. Часто для расчета дуги «вручную» необходимо приложить некоторые усилия

На рис. 32 изображена дуга, которую необходимо описать при помощи кодов круговой интерполяции с R-словом данных. В случае, когда инструмент перемещается по дуге по часовой стрелке (G02) из точки А в точку В, в УП должен присутствовать следующий кадр: G02 X0 Y-10 R10. Если инструмент перемещается по дуге против часовой стрелки (G03) из точки В точку А, в УП должен присутствовать следующий кадр: G03 X10 Y0 R10.

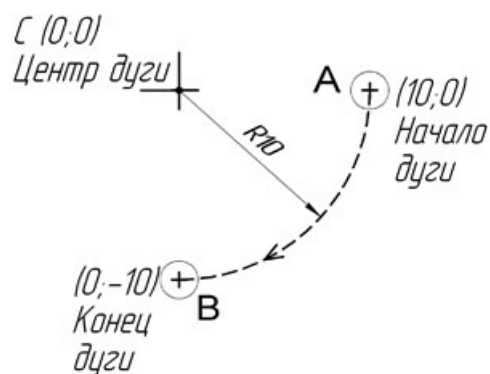
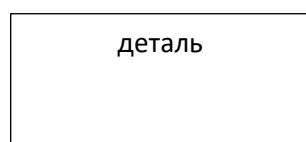


Рис. 32. Дуга, которую необходимо описать при помощи кодов круговой интерполяции с R-словом данных
Закрепление нового материала

Листы рабочей тетради

1. Изобразите условное обозначение нулевой точки детали



2. Код _____ используется для ускоренного перемещения.

Ускоренное перемещение, или позиционирование, необходимо для

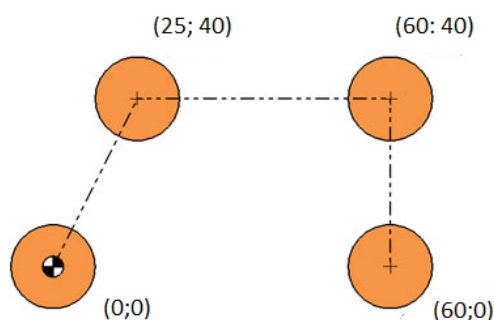
3. Расшифруйте строки управляющей программы

N05 G00 X10.0 Y20.0

N10 X40.0

N15 Y0.0

4. Напишите строку программы для данного ускоренного перемещения.



5. При ускоренном подводе инструмента к детали по трем осям сначала лучше выполнить позиционирование по осям ____ и ____, а уже затем по ____.

6. Сравните два фрагмента УП. Выберите более предпочтительный вариант ускоренного перемещения.

...	...
N10 G00 X100.0 Y200.0 Z0.5	N10 G00 X100.0 Y200.0
...	N20 Z0.5
	...

7. Код ____ предназначен для выполнения линейной интерполяции.

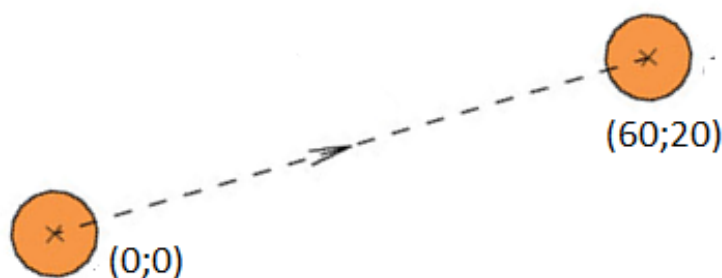
8. F – _____

9. Расшифруйте строки управляющей программы

N10 G01 X10.0 Y30.0 F100

N20 X40.0 Y40.0 Z40.0

10. Напишите строку программы для данного перемещения.

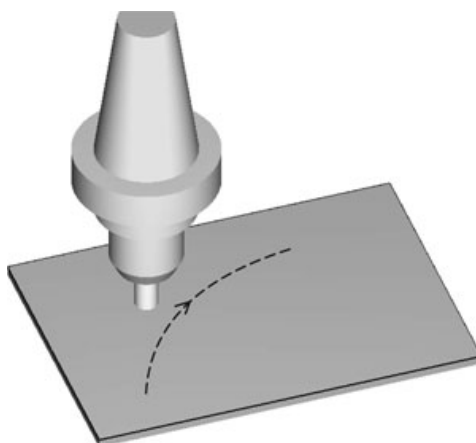


11. Коды G02 и G03 предназначены для выполнения _____ интерполяции.

12. Код G02 используется для перемещения по дуге _____ часовой стрелке.

Код G03 – используется для перемещения _____ часовой стрелки.

13. Направление перемещения по дуге можно определить, если посмотреть на заготовку со стороны инструмента. В данном случае фреза перемещается по часовой стрелке, значит, используем код _____.



14. Адреса __, __, __ используются для определения центра дуги

15. Расшифруйте строку управляющей программы

N10 G02 X3.0 Y3.0 I3.0 J0.0 F100

Разработка методического обеспечения для урока

Для урока разработаем учебную компьютерную презентацию, которая используется как средство информационной технологии обучения операторов обрабатывающих центров с ЧПУ.

В настоящее время используются инновационные педагогические технологии, которые позволяют улучшить качество обучения по средствам более полного использования доступной информации, повышают эффективность учебного процесса на основе его индивидуализации и интенсификации, интегрируют различные виды деятельности (учебной, учебно-исследовательской, методической, научной, организационной) в

рамках единой методологии, основанной на применениях новых информационных технологий, повышают профессиональную компетенцию и конкурентоспособность будущих специалистов различных отраслей. В тоже время необходимая нацеленность на развитие профессионального интереса к изучаемой дисциплине, пополнение знаний социальной значимости профессии технолог – менеджер в сфере производства, ответственность за правильность принимаемых решений.

В современной литературе практически отсутствуют отечественные публикации о разработках и использовании компьютерных презентаций в области технологических процессов обработки заготовок резанием.

Компьютерная презентация позволяет совершенно по-новому построить процесс обучения, реализовать дидактические принципы индивидуализация и дифференциации, творческой активности, наглядности, перехода к самообразованию, шире использовать исследовательские и поисковые методы.

Бесспорным достоинством презентации является возможность варьировать объем материала, используемые методические приемы в зависимости от цели занятия, уровня подготовленности группы, возрастных особенностей учащихся и при необходимости быстро вернуться к любому из ранее просмотренных слайдов или буквально на ходу изменить последовательность изложения материала. В случае необходимости преподаватель может заменить текст, рисунок, диаграмму, или просто скрыть лишние слайды. Все эти возможности позволяет максимально настраивать любую ранее разработанную презентацию под конкретное занятие в конкретной группе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус мотора» в условиях серийного производства с использованием оборудования с ЧПУ.

Внедрение станков с ЧПУ на ПО «Балхашцветмет» и переход на новую технологию и новое технологическое оборудование с высокими технико-экономическими показателями является одной из главных причин разработки технологического процесса. Это позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих. Также была разработана управляющая программа на комплексную операцию на ОЦ с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по проектному варианту. Согласно расчетам, экономический эффект составил 465,84 т. руб. в год, срок окупаемости 2,3 года.

Для обслуживания данного высокоавтоматизированного оборудования проходят переподготовку рабочие по профессии токарь на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», занятия ведутся на базе в Центра подготовки и переподготовки кадров ПО «Балхашцветмет».

В методической части выпускной квалификационной работы проведен анализ требований Профессионального стандарта, по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ. Разработан перспективно-тематический план, выделено учебное занятие по теме «Базовые G-коды», разработан план учебного занятия и компьютерная презентация в качестве методического обеспечения учебного занятия, как основное средство реализации информационной технологии. Таким образом в методической части решены все задания педагогического проектирования, предусмотренные во введении.

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.
2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
5. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие.–Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001.–169 с.
6. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.
7. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
8. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.
9. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.
10. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд.,- М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.
11. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., - М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.

12. Техничко-эконоическис расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.
13. Технология машиностроения: В 2 т. Т.1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов / В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 564 с
14. Технология машиностроения: В 2 т. Т.2. Производство машин: Учебник для вузов /В.М. Бурцев , А.С. Васильев , О.М. Деев и др .;Под ред .Г.М. Мельникова.-М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана ,2-е изд.,2001,-640с.
15. Электронный каталог «Сесо», Фрезерование, 2015 г.
16. Электронный каталог «Сесо», Обработка отверстий, 2015 г.
17. Электронный каталог «Сесо», Цельные концевые фрезы, 2015 г.
18. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc для системы многоцелевого станка.
19. <http://www.splav.kharkov.com>
20. <http://stankoreport.ru/stanki-na-sklade/product/dah-lih-mcv-720>
21. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>
22. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>.
23. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1.Корпус мотора	ДП 44.03.04.728.01	A2	1	
2.Корпус мотора Отливка	ДП 44.03.04.728.02	A2	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.728.Д01	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.728.Д02	A1	1	
5. Схема контрольного приспособления	ДП 44.03.04.728.Д03	A2	1	
6.Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент)	ДП 44.03.04.728.Д04	A1	1	
7. Техничко-экономические показатели	ДП 44.03.04.728.Д05	A1	1	

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ В

					ДП 44.03.04.728.ПЗ	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		